Vektör Artropodlar ve Mücadelesi



Editör
Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL

Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 25

Vektör Artropodlar ve Mücadelesi

Editör

Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL

VEKTÖR ARTROPODLAR ve MÜCADELESİ

ISBN: 978-605-87556-6-6

© Bu kitabın yayın hakkı Türkiye Parazitoloji Derneği'ne aittir, Tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya herhangi bir bölümünün kopya edilmesi, başka dillere tercüme edilmesi, basılması ve çoğaltılması derneğin iznine bağlıdır. Kaynak göstermek suretiyle alıntı yapılabilir.

Kitapta Bulunan makalelerin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

Dizgi: Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL

TÜRKİYE PARAZİTOLOJİ DERNEĞİ Yayın No: 25

İzmir, Eylül 2017

Önsöz

Kitapta, insan ve hayvan sağlığına kendi ısırmaları ile verdikleri zararların yanı sıra parazit, bakteri ve virüs gibi çeşitli patojen organizmalara vektörlük yapmaları nedeniyle tıbbi ve veteriner halk sağlığı alanlarında son derece önemli olan vektör artropodların detaylı olarak tanıtımı yapılmış ve sonrasında çevre, insan ve hayvan sağlığı da dikkate alınarak mücadelesinde neler yapılabileceği anlatılmıştır. Bu alanda gerek ulusal gerekse uluslararası kaynaklardan yararlanılarak güncel bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

Kitap ile ilgili çalışmalara Mayıs 2017'de başlanılmış ve Ağustos 2017 ortalarında, 4 ay gibi kısa bir sürede tamamlanmıştır. Bu açıdan katkıda bulunan tüm yazarlara emek, bilgi ve deneyimlerini paylaştıkları için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Kitaptaki her bölüm gerek ülkemizde gerekse yurtdışında saha ve laboratuvar çalışmaları ile alanlarında uzmanlaşmış olan bilim insanları tarafından yazılmıştır. Bu açıdan bakıldığında da sadece bir derleme olmadığı, önemli ve genç araştırmacılara yararlı olabilecek deneyimleri de içerdiği görülecektir.

Tıbbi entomoloji alanında ülkemizdeki en önemli sorun ve eksiklik bu alanda sürekli olarak araştırıcıların yetişmesini sağlayacak lisansüstü programların bulunmamasıdır. Türkiye'de bu alanda çalışan bilim insanları kendi gayret ve emekleri ile yetişmişler ve çalışmalar yapmışlardır.

Her alanda olduğu gibi DNA esaslı tekniklerin entomoloji çalışmalarında da kullanılmaya başlaması özellikle sınıflandırmalarda yeni ufuklar açmış ve sıçramalara sebep olmuştur. Ancak bu tekniklerin morfolojik yöntemlere dayalı sınıflandırmalara yardımcı olarak kullanılması gerektiği de hiçbir zaman unutulmamalıdır.

Kitabın, bu alanda çalışan tüm araştırmacılara yararlı olmasını diliyorum.

Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL
Ağustos 2017

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

SİVRİSİNEKLER (Diptera: Culicidae) VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Fatih Mehmet ŞİMŞEK, Filiz GÜNAY

1. ARTROPOD VEKTÖR 1
1.1. Sınıflandırılması ve Türkiye'de bulunan türler 2
1.2. Yaşam döngüleri ve morfolojileri 4
1.3. Biyolojileri, beslenme ve konak tercihleri 7
1.4. Tükürük özellikleri 9
1.5. Duyu organları 9
1.6 Toplama saklama ve preparasyon yöntemleri 9
1.7. İnsektaryumda üretilmeleri 11
1.8. Tür tayin yöntemleri 13
1.8.1 Morfolojik yöntemler 13
1.8.2. Moleküler yöntemler 15
1.9. Vektörlük açısından önemleri 18
2. KONTROL YÖNTEMLERİ 21
2.1. Sivrisineklerin kültürel ve fiziksel kontrolü 21
2.2. Bireysel korunma 22
2.2.1. Cibinlikler 23
2.2.2. Bitkisel Ürünler ve Kovucu-Uzaklaştırıcılar 24
2.3. Larvasitler ve uygulamaları 26
2.3.1. Bakteri preparatlar 27
2.4. Ergin öldürücüler 28
2.4.1. Kalıcı insektisit uygulamaları 29
2.4.2. Soğuk ve sıcak sisleme uygulamaları 29
2.4.3. Steril böcek tekniği 30
3. İNSEKTİSİTLERE HASSASİYETLERİ 31
4. ENTOMOLOJİK GÖZLEM VE SÜRVEYANS 35
5. KAYNAKLAR 38

BÖLÜM 2

CULICOIDES (Diptera: Ceratopogonidae) VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Bilal DİK

1. ARTROPOD VEKTÖR 47
1.1. Morfolojileri 50
1.2. Yaşam döngüleri 56
1.2.1. Biyolojileri 56
1.2.2. Beslenme ve konak tercihleri 59
1.2.3. Aktiviteleri 60
1.2.4. Aktivitelerini etkileyen koşullar 62
1.2.5. Mevsimsel Dağılımları 63
1.3. Sınıflandırma 64
1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri 65
1.4.1. Gelişme dönemlerinin toplanması 65
1.4.2. Erginlerin yakalanmaları 66
1.4.3. *Culicoides* örneklerinin saklanmaları ve preparasyonları 69
1.4.4. İnsektaryumda üretilmeleri 70
1.5. Tür tayin yöntemleri 71
1.6. Türkiye'de Tespit Edilen *Culicoides* Türleri ve Taksonomisi 74
1.7. Vektörlük açısından önemleri 88
1.7.1. Viral hastalıkların bulaştırılmalarındaki rolleri 89
1.7.2. Filaria'ların bulaştırılmalarındaki rolleri 94
1.7.3. Protozoonların bulaştırılmalarındaki rolleri 95
1.7.4. Vektör-Etken etkileşimi 97
1.7.5. Patolojik etkenin saptanması ile ilgili yöntemler 100
2. KONTROL YÖNTEMLERİ 102
2.1. Kültürel ve fiziksel kontrol 102
2.2. Bireysel Kontrol 103
2.2.1. Cibinlikler 103
2.2.2. Bitkisel Ürünler ve Kovucular (Repellentler) 103
2.2.3. Yapışkan tuzaklar 104
2.3. Larvasitler ve uygulamaları 104
2.4. Ergin öldürücüler 105

2.4.1. Soğuk ve sıcak sisleme uygulamaları 107
2.5. Entomopatojenik nematodlar 107
3. KAYNAKLAR 109

BÖLÜM 3

KUM SİNEKLERİ (Diptera: Pscychodidae) VEKTÖRLÜKLERİ ve MÜCADELESİ

Suha K. ARSERİM, Hüseyin ÇETİN, Seray TÖZ, Yusuf ÖZBEL

1. ARTROPOD VEKTÖR 123
1.1. Morfolojileri 124
1.1.1. Ergin 124
1.2. Yaşam döngüleri ve davranışları 133
1.2.1. Yumurta 134
1.2.2. Larva 134
1.2.3. Pupa 135
1.2.4. Sindirim sistemi 135
1.3. Sınıflandırılması 137
1.4. Kum Sineklerini Toplama, Saklama ve Preparasyon Yöntemleri 137
1.4.1. Işıklı tuzaklarla *Phlebotomus*'ların toplanması 139
1.4.2. Preparasyon yöntemleri 140
1.4.3. İnsektaryumda Üretilmeleri 141
1.5. Tür tayin yöntemleri 144
1.6. Ülkemizde Bulunan Türler ve Dağılımları 145
1.7. Vektörlük açısından önemleri 153
1.7.1. Vektörün taşıdığı patolojik etkenler 155
2. KONTROL YÖNTEMLERİ 185
2.1. Kültürel ve Fiziksel Kontrol 185
2.2. Bireysel kontrol 186
2.2.1. Cibinlikler 186
2.2.2. Bitkisel Ürünler ve Kovucular (Repellentler) 188
2.2.3. Yapışkan tuzaklar 189
2.2.4. Köpek tasmaları ve topikal uygulamalar 189
2.2.5. Kemirgen (Rezervuar) mücadelesi 190
2.3. Larvasitler ve uygulamaları 190

2.3.1. Bakteri preparatları 193
2.4. Sistemik ürünler ve Zooprofilaksi 193
2.5. Ergin öldürücüler 195
2.5.1. Rezidüel uygulamalar 195
2.5.2. Soğuk sisleme ve Sıcak Sisleme uygulamaları 196
2.6. Entomopatojen nematodlar 198
3. KUM SİNEKLERİNİN İNSEKTİSİTLERE HASSASİYETLERİ 198
4. ENTOMOLOJİK GÖZLEM VE SÜRVEYANS 199
5. SİVRİSİNEK, EV SİNEĞİ VE KUM SİNEĞİ MÜCADELESİNDE ENTEGRASYON..... 199
6. KAYNAKLAR 202

BÖLÜM 4

KARASİNEKLER (BLACK FLIES) (Diptera: Simuliidae) VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Önder DÜZLÜ, Alparslan YILDIRIM, Abdullah İNCİ

1. ARTROPOD VEKTÖR 211
1.1. Morfolojileri 213
1.2. Yaşam döngüleri 214
1.2.1. Yumurta 214
1.2.2. Larva 214
1.2.3. Pupa..... 215
1.2.4. Ergin..... 215
1.3. Sınıflandırma..... 218
1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri 218
1.4.1. Larva ve pupa 218
1.4.2. Ergin 220
1.5. Tür tayin yöntemleri..... 221
1.6. Türkiye'de bulunan türler ve dağılımları 223
1.7. Vektörlük açısından önemleri 225
2. KONTROL YÖNTEMLERİ..... 228
2.1. Bireysel Kontrol..... 228
2.2. Fiziksel Kontrol 230

2.3. Kimyasal Kontrol 230
2.4. Biyolojik Kontrol 231
3. KAYNAKLAR 233

BÖLÜM 5

TABANIDLER (Diptera: Tabanidae) VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

A. Onur GİRİŞGİN

1. ARTROPOD VEKTÖR 239
1.1. Morfolojileri 240
1.2. Yaşam döngüleri 241
1.2.1. Beslenme ve konak tercihleri 243
1.2.2. Tükürük özellikleri 244
1.2.3. Aktivitelerini etkileyen koşullar 244
1.3. Sınıflandırma 244
1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri 245
1.5. Tür tayin yöntemleri 246
1.6. Ülkemizde bulunan türler ve dağılımları 247
1.7. Vektörlük açısından önemleri 247
1.7.1. Vektörün taşıdığı patolojik etkenler 247
1.7.2. Patolojik etkenin vektördeki gelişimi 253
2. KONTROL YÖNTEMLERİ 254
2.1. Kültürel ve fiziksel Kontrol 254
2.2. Bireysel Kontrol 255
2.3. Larvasitler ve uygulamaları 256
2.4. Ergin Öldürücüler (Kimyasal Mücadele) 256
2.5. Entomopatojen nematodlar 256
3. TERİMLER ve AÇIKLAMALARI 257
4. KAYNAKLAR 258

BÖLÜM 6

EV SİNEĞİ (*Musca domestica* L.) BİYOLOJİSİ ve MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Samed KOÇ, Hüseyin ÇETİN

1. ARTROPOD VEKTÖR 259
1.1. Ev sineklerinin sınıflandırmadaki yeri 260
1.2. Yaşam döngüleri ve morfolojileri 261
1.3. Ev sineklerinin beslenme ve üreme davranışları 262
1.4. Ev sineklerinin vektörlüğünü yaptığı hastalıklar ve neden olduğu ekonomik kayıplar 264
1.5. Ev sineklerinin doğadan toplanması ve kültüre alınması 262
2. EV SİNEKLERİ İLE MÜCADELE 265
2.1. Fiziksel ve mekanik mücadele 265
2.2. Biyolojik mücadele 266
2.3. Kültürel mücadele 267
2.4. Kimyasal Mücadele 267
3. KAYNAKLAR 270

BÖLÜM 7

ÇEÇE SİNEKLERİ (Diptera: Muscidae) VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Hasan EREN, Bayram Ali YUKARI, Hüseyin Bilgin BİLGİÇ

1. ARTROPOD VEKTÖR 273
1.1. Morfolojileri 273
1.2. Yaşam döngüleri 275
1.3. Sınıflandırılması 277
1.4. Epidemiyolojisi 278
1.5. Vektörlük açısından önemleri 279
2. KONTROL YÖNTEMLERİ 281
3. KAYNAKLAR 282

BÖLÜM 8

MİYAZİS (Diptera: Brachycera / Calliphoridae)

Erdal POLAT

1. ARTROPOD 283
1.1. Erişkin miyaz sineğinin morfolojik yapısı 284
1.2. Miyaz sineklerinin larvaları ve tanıtıcı yapıları 287
1.3. Miyaz çeşitleri 292
1.3.1. Zorunlu (obligatory) miyaz ve etkenleri 292
1.3.2. İstemli (fakültatif) miyaz ve etkenleri 294
1.3.3. Rastgele (Aksidental) Miyaz ve Etkenleri 297
1.3.4. Egzotik türler 301
2. MİYAZ SİNEKLERİNİN OLUŞTURDUĞU ENFESTASYONLAR 301
2.1. Sağlam deri ve derialtı miyazı (Myasis Linearis veya Larva Migrans) 301
2.2. Yara veya travma miyazı 302
2.3. Göz miyazı (ophthalmomyiasis) 302
2.4. Burun ve sinuslar miyazı (nasomyiasis) 303
2.5. Kulak miyazı (otomyiasis) 303
2.6. Anüs ve genital organlar miyazı 303
2.7. Mesane ve idrar yolları miyazı 303
2.8. Barsak miyazı (intestinal myiasis) 305
3. MİYAZ ETKENLERİNİN TANIMLANMASI 305
4. ERİŞKİNLERİN VE LARVALARIN SAKLANMASI 306
5. TAYİN ANAHTARI 308
6. KAYNAKLAR 310

BÖLÜM 9

TAHTAKURULARI (Hemiptera: Cimicidae) VEKTÖRLÜKLERİ ve MÜCADELESİ

Songül BAYRAM DELİBAŞ

1. ARTROPOD VEKTÖR 313
1.1. Morfolojileri 314
1.2. Yaşam döngüleri 315

1.3. Biyolojileri 316
1.4. Beslenme ve konak tercihleri 316
1.5. Tükürük özellikleri 317
1.6. Aktivitelerini etkileyen koşullar 317
1.7. Sınıflandırılması 318
1.8. Tür tayin yöntemleri 318
1.9. Ülkemizde bulunan türler 319
1.10. Vektörlük açısından önemleri 319
1.10.1. Potansiyel vektör olabileceği patolojik etkenler 319
2. KONTROL YÖNTEMLERİ 321
2.1. Kültürel ve fiziksel kontrol 321
2.2. Bireysel kontrol 322
2.3. Sistemik ürünler 322
2.3.1. İnsektisitlere direnç 324
3. KAYNAKLAR 325

BÖLÜM 10

PİRELER (Insecta: Siphonapteridae) VEKTÖRLÜKLERİ ve MÜCADELESİ

Aynur GÜLANBER

1. ARTROPOD VEKTÖR 327
1.1. Morfolojileri 328
1.1.1. Erişkin pirenin yapısı 328
1.1.2. Yumurta 330
1.1.3. Larva 330
1.1.4. Pupa 330
1.2. Yaşam döngüsü 330
1.2.1. Biyolojileri 330
1.2.2. Beslenme ve Konak tercihleri 331
1.2.3. Tükürük özellikleri 332
1.2.4. Pirelerin aktivitelerini etkileyen koşullar 333
1.3. Sınıflandırma 334
1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri 342

1.5. Tür tayin yöntemleri 343
1.6. Ülkemizde bulunan türler ve dağılımı 346
1.7. Pirelerin vektörlük açısından önemi 347
2. KONTROL YÖNTEMLERİ 354
2.1. Etkene yönelik mücadele 354
2.1.1. Erişkin Mücadelesi 354
2.1.2. Diğer gelişme dönemlerine karşı mücadele 356
2.2 Korunma ve Kontrol 357
2.3. Başarısızlığa yol açan sebepler 359
3. KAYNAKLAR 360

BÖLÜM 11

BİTLER (Phthiraptera: Pediculidae) VEKTÖRLÜKLERİ ve MÜCADELESİ

İ. Cüneyt BALCIOĞLU, Suha K. ARSERİM

1. ARTROPOD VEKTÖR 361
1.1. Morfolojileri 362
1.2. Yaşam döngüsü 366
1.2.1. Biyolojileri 366
1.2.2. Beslenme ve Konak tercihleri 370
1.3. Sınıflandırılması 372
1.4. Pedikülozis capitis'in Dünya'da ve Türkiye'de Epidemiyolojisi 372
1.5. Vektörlük açısından önemleri 376
1.5.1. Siper humması 377
1.5.2. Epidemik Tifüs 378
1.5.3. Epidemik tekrarlayan ateş 379
1.5.4. Diğer Etkenler 380
1.6. Pedikülozis kliniği 381
1.7. Pedikülozis tanısı 382
1.7.1. Ayırıcı tanı 385
1.7.2. Vücut biti tanısı 386
1.7.3. Kasık biti tanısı 386
2. TEDAVİ 387

2.1. Bitlerin Sinir Sistemine Toksik Etkili Pedikülositlerle Tedavisi 387
2.2. Tedaviye Direnç Gelişim Mekanizmaları 389
2.1.1. Permetrin direnci 389
2.1.1. Malathion direnci 390
2.3. Bit sağaltımında yeni ürünler 391
3. KORUNMA 395
4. KAYNAKLAR 399

BÖLÜM 12

ÖPEN BÖCEKLER (Hemiptera: Reduviidae) ve MÜCADELESİ

Hüseyin Bilgin BİLGİÇ, Hasan EREN

1. ARTROPOD VEKTÖR 409
1.1. Morfolojileri 410
1.2. Yaşam döngüsü 411
1.2.1. Biyolojileri 411
1.2.2. Beslenme ve Konak tercihleri 412
1.2.3. Aktivitelerini etkileyen koşullar 413
1.3. Sınıflandırılması 414
1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri 415
1.4.1. *Triatomin*'lerin üretilmeleri 415
1.5. Tür tayin yöntemleri 416
1.6. Tür tayin yöntemleri 418
1.7. Vektörlük açısından önemleri 418
1.7.1. Vektörün taşıdığı patolojik etkenler 419
2. KONTROL YÖNTEMLERİ 421
2.1. Kültürel ve fiziksel kontrol 421
2.2. Bireysel kontrol 421
2.2.1. Cibinlikler 421
2.2.2. Bitkisel Ürünler ve Kovucular (Repellentler) 421
2.3. Insektisitler ve uygulamaları 422
2.3.1. İnsektisitlere Hassasiyet 423
3. KAYNAKLAR 424

BÖLÜM 13

KENELER (Acarina: Ixodidae / Argasidae) VEKTÖRLÜKLERİ ve MÜCADELESİ

Serkan BAKIRCI, Münir AKTAŞ, Zati VATANSEVER, Levent AYDIN

1. ARTROPOD VEKTÖR 427
1.1. Taksonomi ve Morfoloji 428
1.2. Biyolojileri 431
1.2.1. Ixodidae ailesinde gelişme 432
1.2.2. Argasidae ailesinde gelişme 434
1.3. Üreme 434
1.4. Kenelerde beslenme ve kan emme 435
1.4.1. Tükürük Bezi Hücreleri 436
1.4.2. Kene Beslenmesi Sırasında Tükürük Bezindeki Değişimler 438
1.5. Kene-konak ilişkisi 440
1.6. Kene-patojen ilişkisi ve kenelerde vektörlük 441
1.7. Ülkemizde bulunan türler ve dağılımları 442
1.7.1. Ixodidae 442
1.7.2. Argasidae 451
1.8. Kene tutulmalarında klinik belirtiler 451
1.9. Kenelerin tanınması 452
1.10. Konaklarda İmmünite 452
2. KORUNMA ve KONTROL YÖNTEMLERİ 453
2.1. Keneler ile Mücadele Stratejileri 453
2.1.1. Konak hayavanların farklı kimysallar ile ilaçlanması 453
2.1.2. Çevre mücadelesi 454
2.1.3. Biyolojik mücadele 455
2.2. Kene aşıları 456
2.3. Kene Enfestasyonlarından korunma 457
2.3.1. Hayvanlarda korunma 457
2.3.2. İnsanlarda korunma 457
2.3.3. İnsanlara tutunan kenelerin çıkarılması 458
3. EK 1: Ixodidae ailesindeki soyların morfolojik ayırımı 459
4. KAYNAKLAR 461

BÖLÜM 14

HAMAMBÖCEKLERİ

Emre ÖZ, Atila YANIKOĞLU, Hüseyin ÇETİN

1. ARTROPOD 467
1.1. Morfolojileri 473
1.2. Yaşam döngüsü 474
1.3. Sınıflandırılması 474
1.4. Toplanmaları ve kültüre alınmaları 475
2. MÜCADELE YÖNTEMLERİ 476
2.1. Kültürel mücadele 476
2.2. Mekanik (Fiziksel) mücadele 476
2.3. Kimyasal mücadele 477
2.3.1. Jel yem formülasyonların avantajları 480
2.4. Biyolojik mücadele 480
3. KAYNAKLAR 481

BÖLÜM 15

HALK SAĞLIĞI ZARARLILARINDA PESTİSİT DİRENCİ

Önder SER, Hüseyin ÇETİN

1. GİRİŞ 483
2. DİRENÇ MEKANİZMALARI 485
2.1. Metabolik direnç (detoksifikasyonun artması) 485
2.2. Hedef bölge direnci (hedef bölge duyarsızlığı) 485
2.3. Penetrasyonun azalması (kütikular direnç) 486
2.4. Davranışsal direnç 487
2.5. Çoklu (multiple) direnç 487
3. TÜRKİYE'DE VEKTÖRLERDE İNSEKTİSİTLERE DİRENÇ KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR 488
4. DİRENÇ OLUŞUMUNU ÖNLEMEYE/GECİKTİRMEYE YÖNELİK YAPILMASI GEREKENLER 490
5. KAYNAKLAR 493

BÖLÜM 16

VEKTÖR MÜCADELESİNDE KULLANILAN YÖNTEM ve EKİPMANLAR

Hüseyin ÇETİN

1. GİRİŞ 497
2. YÖNTEM VE CİHAZLAR 499
2.1. Sıcak Sisleme Yöntemi ve Cihazı (Termal Sisleme Cihazı-Termal Fog) . 499
2.2. Soğuk Sisleme Yöntemi ve Cihazı (ULV-Ultra Low Volume) 500
2.3. Pulverizatör (Sırt veya El Pompası) 500
2.4. Mist-Blowers 501
2.5. Motorlu Sırt Atomizörü 502
3. KAYNAKLAR 504

BÖLÜM 17

VEKTÖR ARAŞTIRMALARINDA COĞRAFİ TEKNOLOJİLERİN YERİ

M. Kirami ÖLGEN

1. GİRİŞ 505
2. UZAKTAN ALGILAMA 507
3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ 512
4. KÜRESEL KONUM BELİRLEME / KÜRESEL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ 515
5. KAYNAKLAR 517

BÖLÜM 1

SİVRİSİNEKLER (Diptera: Culicidae) ve MÜCADELESİ

Prof. Dr. Fatih Mehmet ŞİMŞEK[1], Dr. Filiz GÜNAY[2]

[1]Adnan Menderes Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Ekoloji Anabilim Dalı, Aydın

[2]Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi Ekoloji Anabilim Dalı, Ankara

1. ARTROPOD VEKTÖR

Ülkemizde görülen vektör kökenli hastalıkların önemli kısmına vektör sivrisinek türleri neden olmuştur. Günümüzde dünya genelinde toplam 3555 adet sivrisinek türünün varlığı bildirilmiştir (47). Ülkemizde ise 62 adet türün bulunduğu bilinmektedir (3, 5, 45). Morfolojik olarak çok benzer özellikler taşımaları nedeniyle birçok sivrisinek türünün morfolojik teşhisi oldukça zordur. Bu nedenle son yıllarda geliştirilen moleküler teknikler sivrisinek tür teşhislerinde de kullanılmaya başlamış ve hem dünya genelinde hem de ülkemizde kayıtlı sivrisinek tür sayısında artış olmuştur.

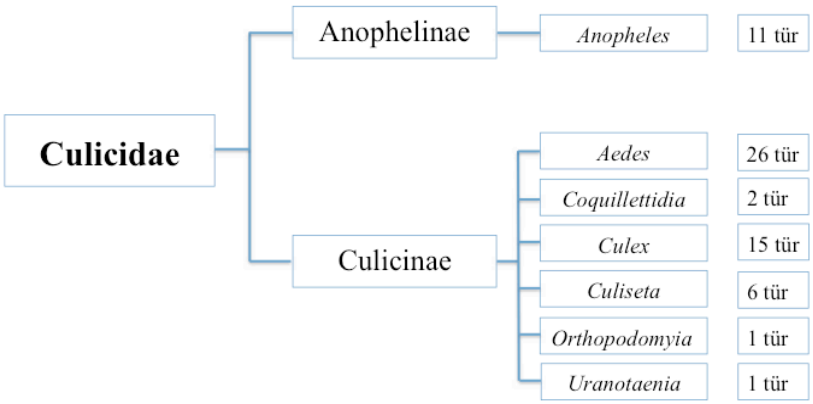
Ayrıca, küreselleşme ve iklim değişikliklerinin gözlenmesi ile son 40 yılda sivrisinek türlerinin dağılım alanlarının değiştiği, istilacı türlerin ise küresel ölçekte oldukça geniş alanlara yayılmaya başladığı görülmüştür (74). Örneğin, son yıllarda yapılan araştırmalar ile ülkemizdeki varlıkları doğrulanan *Aedes albopictus* türünün 2011, *Aedes aegypti* türünün ise 2015 yıllarından bu yana her gün dağılım alanlarını genişlettiği bilinmektedir (3, 81). Dolayısıyla ülkemizde bu vektör sivrisinek türlerinin neden olabilecekleri çeşitli hastalıkların ortaya çıkma riski vardır. Dünyada Chikungunya, Deng, Sarı Humma ve Zika gibi virüslerin vektörlüğünü yapan bu iki sivrisinek türü ile mücadelenin yapılabilmesi için bu güne kadar kullanılan yöntemler yetersiz kalmış ve bu durum da "steril böcek tekniği" gibi yeni uygulamaların gelişmesine önayak olmuştur. Ülkemizde geçmiş yıllarda sıtmanın önlenmesi ve sıtma vektörlerinin kontrolü için çok sayıda çalışma ve araştırma yapıldığından önemli bir vektör ve vektör kontrol bilgi birikimi vardır. Bu birikim sayesinde son yıllarda başarıyla yürütülen çalışmalarla ülkemiz sıtma eleminasyon safhasına ulaşmıştır.

Ancak, günümüzde sıtma vektörlerinden farklı vektörlük kapasitesi, davranış ve ekolojisi olan ve birden çok hastalık etkenine vektörlük yapabilen yeni sivrisinek türleri için çok farklı teknikleri gerektiren mücadele yöntemlerinin kullanması ve uygulaması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Birçok önemli arbovirüsün vektörü olan *Ae. albopictus* ve *Ae. aegypti* türlerinin ülkemizin çeşitli bölgelerinde görünmeye başlanması da bu zorunluluğu doğrulamaktadır. Bu nedenle, sıtma eradikasyon programında yapıldığı gibi, bu *Aedes* türlerinin ya da diğer istilacı türlerin oluşturacağı risklerin ortadan kaldırılabilmesi için bilimsel veriler temel alınarak kontrol programlarının planlanması ve zaman kaybetmeden deneyimli ekiplerle uygulanması gereklidir.

1.1. Sınıflandırılması ve Türkiye'de bulunan türler

Diptera takımına ait Culicidae ailesi (sivrisinekler), insanlarda sıtma hastalığına yol açan *Anopheles* türlerini barındıran Anophelinae ile diğer tüm sivrisinek türlerini barındıran Culicinae olmak üzere iki alt-aileye ayrılmaktadır (Şekil 1).

Ülkemizdeki türlerin büyük çoğunluğu *Anopheles* cinsinin yanı sıra, Aedini tribüsüne ait *Aedes* cinsi ve Culicini tribüsüne ait *Culex* cinsine dahildir (Tablo 1). Bunlardan *Anopheles sacharovi* birincil, *An. superpictus* ikincil sıtma vektörü olup *Plasmodium vivax*'ın taşınmasından sorumludur (61, 63).



Şekil 1. Türkiye'de bulunan sivrisineklerin sınıflandırılması

Aedes aegypti ve *Ae. albopictus* türleri, dağılım gösterdikleri tropik ve subtropik bölgelerde günümüzde en büyük sorunu oluşturan Deng ve sarı humma virüslerinin, taşıyıcılığını yapmaktadır. Yılda 100-390 milyon kişinin enfekte olması, 96 milyon semptomatik ve 12.500 ölümlü vakaya sebep olması, Deng virüsünü günümüzün en önemli arbovirüslerinden biri yapmaktadır (24). *Aedes albopictus* türü 26 arbovirüs türüne duyarlı olup, Chikungunya virüsünün birincil taşıyıcısıdır (84). Transport vakalar hastalığın ülkemizde de endemik biçimde görülme riskini arttırmaktadır (117). *Culex* türlerinden *Cx. pipiens* s.l. farklı formları içeren politipik bir tür kompleksidir. Palearktik'te yaygın olarak bulunan, ornitofilik *Cx. pipiens* s.s., kan emmeden yumurta verebilen (otojeni) ancak insanlardan kan emmeyi tercih eden antropofilik *Cx. pipiens f. molestus* formu bulunmaktadır. Hem kuşlardan hem insanlardan kan emen hibritleri ise Batı Nil, Usutu gibi virüslerin yayılmasına oldukça elverişli vektörlerdir (26, 107). Ülkemizde bu tür kompleksine ait örnekler Edirne ve Mersin'de, göçmen kuşlar ile yerli kuşlar arasında bu virüsün sirkülasyonunu sağlayan *Cx. perexiguus* ve *Aedes caspius* türleri ile birlikte BNV ile enfekte halde bulunmuştur (30, 31).

Tüm sivrisineklerin sınıflandırma verisine Washington, DC'deki Walter Reed Biosystematics Unit'in web sitesinden ulaşılabilir (URL: http://www.mosquitocatalog.org). Ayrıca Ralph Harbach tarafından hazırlanan Sivrisinek Envanteri de dijital olarak kendi web sitesinde bulunmaktadır (URL: http://mosquito-taxonomic-inventory.info).

Tablo 1. Türkiye'de günümüzde bulunan sivrisinek türleri (3, 5, 45, 105).

	***Anopheles* türleri**	***Aedes* türleri**	***Culex* türleri**	**Diğer cinsler**
1	*Anopheles algeriensis*	*Aedes aegypti*	*Culex deserticola*	*Culiseta alaskaensis*
2	*Anopheles claviger*	*Aedes albopictus*	*Culex hortensis*	*Culiseta annulata*
3	*Anopheles hyrcanus s.l.*	*Aedes annulipes*	*Culex impudicus*	*Culiseta subochrea*
4	*Anopheles maculipennis ss*	*Aedes caspius*	*Culex laticinctus*	*Culiseta fumipennis*
5	*Anopheles messeae*	*Aedes cataphylla*	*Culex martinii*	*Culiseta longiaerolata*
6	*Anopheles sacharovi*	*Aedes cinereus*	*Culex mimeticus*	*Culiseta morsitans*
7	*Anopheles melanoon*	*Aedes communis*	*Culex modestus*	*Coquillettidia buxtoni*
8	*Anopheles marteri*	*Aedes cretinus*	*Culex perexiguus*	*Coquillettidia richiardii*
9	*Anopheles plumbeus*	*Aedes excrucians*	*Culex pipiens ss*	*Orthopodomyia pulcripalpis*
10	*Anopheles superpictus*	*Aedes echinus*	*Culex pusillus*	*Uranotaenia unguiculata*
11	*Anopheles pulcherrimus*	*Aedes cyprius*	*Culex quinquefasciatus*	
12		*Aedes dorsalis*	*Culex territans*	
13		*Aedes detritus*	*Culex theileri*	
14		*Aedes flavescens*	*Culex torrentium*	
15		*Aedes geniculatus*	*Culex tritaeniorhynchus*	
16		*Aedes lepidonotus*		
17		*Aedes leucomelas*		
18		*Aedes nigrocanus*		
19		*Aedes phoeniciae*		
20		*Aedes pulcritarsis*		
21		*Aedes pullatus*		
22		*Aedes punctor*		
23		*Aedes refiki*		
24		*Aedes rusticus*		
25		*Aedes vexans*		
26		*Aedes zammitii*		

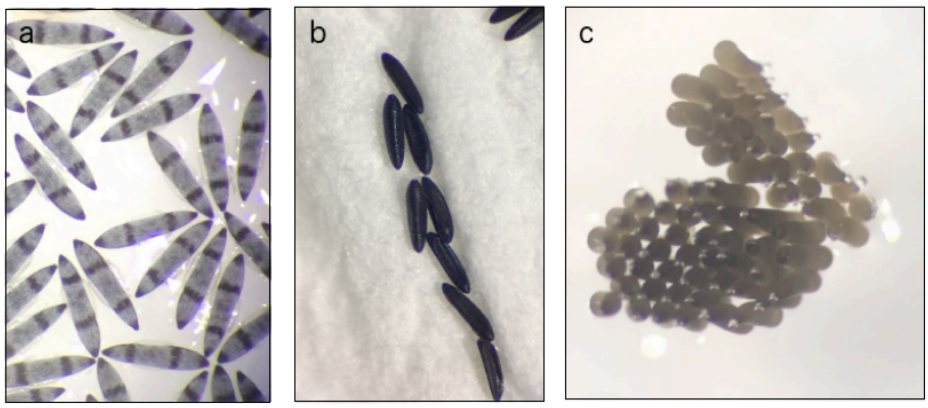
1.2. Yaşam döngüleri ve morfolojileri

Diptera takımı üyelerinde olduğu gibi, sivrisineklerde de tam başkalaşım görülmektedir. Tüm ergin öncesi evreler sucul ortamda, ergin dişi ve erkeğin yaşamı ise karasal ortamda gerçekleşir. Su yüzeyi ya da nemli su kenarlarına bırakılan yumurtalar üç temel tiptedir (12).

İlki su yüzeyine tek tek bırakılan, ince uzun, iki yanındaki yüzgeçler sayesinde su yüzeyine paralel bir şekilde duran *Anopheles* türlerinde görülen tiptir (Şekil 2a). Birlikte bulunduklarında su yüzeyinde dantel şeklinde kümelenirler.

İkincisi nemli su kenarları ve bitki gövdelerine tek tek bırakılan ince uzun yumurtalardır (Şekil 2b). Bu tip *Aedes* ve *Orthopodomyia* türlerinde görülür, soğuk ve kurak hava koşullarına daha dayanıklı yumurtalardır.

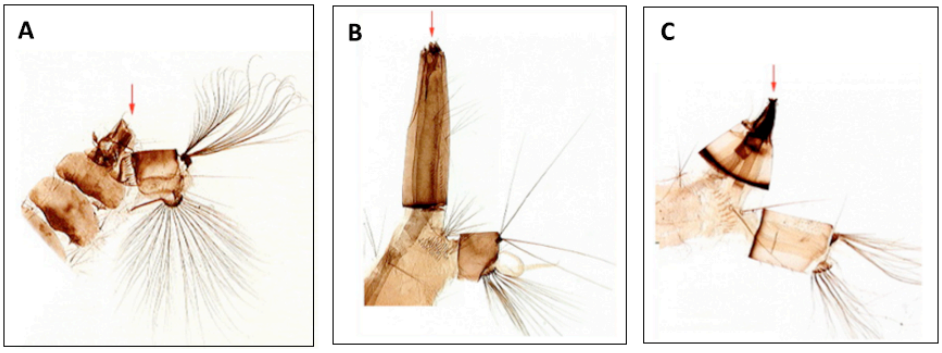
Üçüncüsü ise *Coquillettidia, Culex, Culiseta* ve *Uranotaenia* türlerinde görülen, su yüzeyine bırakılan tekne şeklindeki yumurta gruplarıdır (Şekil 2c).



Şekil 2. Sivrisinek yumurtaları, A: *Anopheles maculipennis* s.s. B: *Aedes aegypti* ve C: *Culex pipiens s.l.* (Fotoğraf: Hacettepe Üniversitesi, Vektör Ekolojisi Araştırma Grubu, HU-VERG)

Yumurtadan çıkıp suya düşen larvalar 4 yaşam evresi geçirir. Morfolojik olarak *Anopheles* ve *Coquillettidia* türleri diğer türlerden sifon denilen hava borularındaki fark sebebiyle rahatlıkla ayrılabilirler (Şekil 3).

Anopheles türlerinde sifon bulunmamaktadır. Bu nedenle larvalar su yüzeyine paralel durur ve yaşadıkları habitatta yüzeyden beslenmeyi tercih ederler. Bu sırada başlarını 180° geriye çevirebilirler. *Coquillettidia* türlerinde ise kısa ve sivri olan sifon, sucul bikileri delip bu yolla nefes almaya özelleşmiştir (Şekil 3) (71).

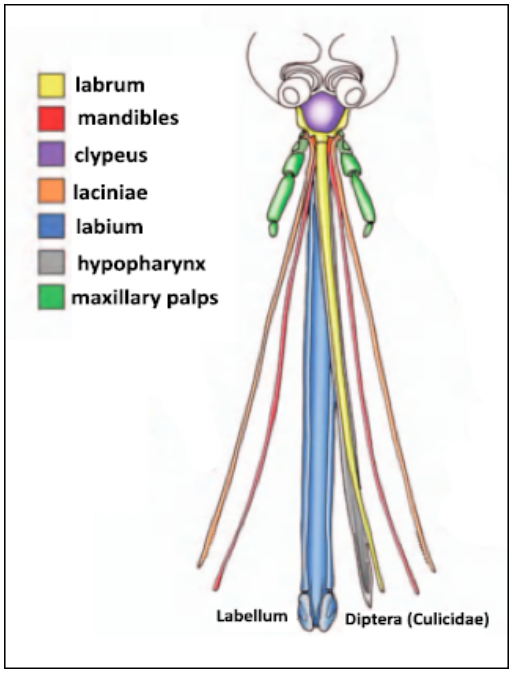


Şekil 3. Dördüncü evre larva abdomenleri. A*: Anopheles* türleri, B: diğer tüm türler, C: *Coquillettidia* türleri (MosKeyTool teşhis anahtarından, IRD, Fransa)

Dördüncü evre larvalar virgül şeklindeki pupa formuna dönüşürler. Başkalaşımın gerçekleştiği bu evrede diğer sineklerin pupalarından farklı olarak hareketlidirler. Bir çift boru (respiratory horn) sayesinde nefes alabilirler ancak beslenmezler. Pupanın ergine dönüşmesi ideal koşullarda 1-2 gün sürer ve vücudun üst orta kısmı T şeklinde yarılarak açılır. Hemosölün ileri geri hareketleri sonucu ergin sivrisinek pupadan çıkar (Şekil 4) (71).



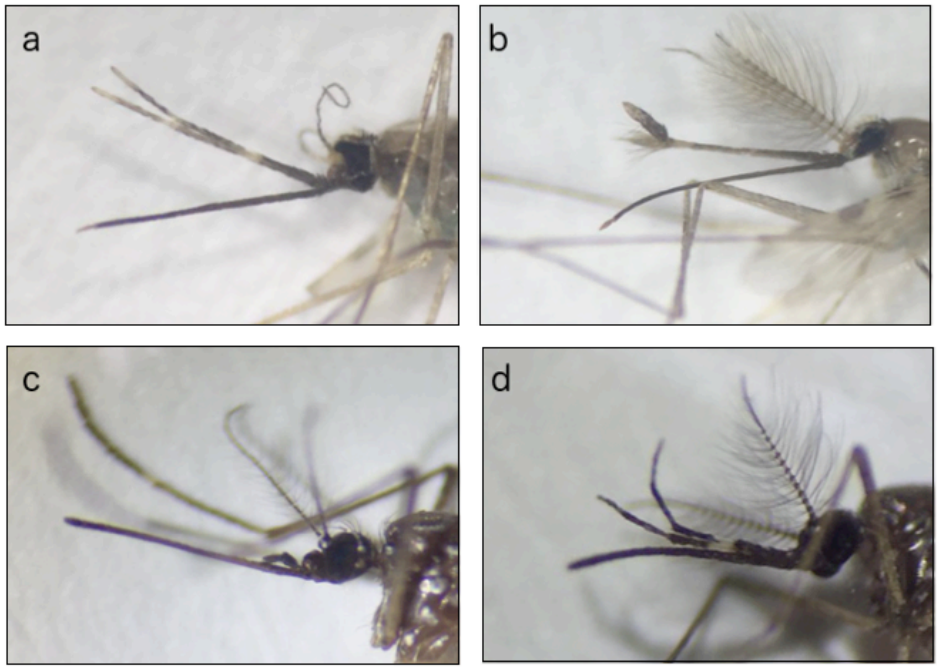
Şekil 4. Pupadan çıkan dişi *Aedes aegypti* bireyi. (HU-VERG)



Şekil 5. Culicidae ailesi üyelerinde ağız parçaları (44)

Ergin bireyler genelikle karbonhidrata ihtiyaç duyarlar. Bitki yapraklarından özsu, çiçeklerin nektarı ya da meyve üzerinden beslendikleri bilinmektedir. Bitki özsularını emerek beslenmeye adapte olmuş hortumları bulunmaktadır. Kan emen dişilerin ise ağız parçaları Ceratopogonidae, Psychodidae (Phlebotominae) ve Simulidae ile oldukça benzer olup, deriyi delme ve emmenin derinliğinde farklılıklar görülmektedir. Bu ağız parçaları atasal çiğneyici ağız parçalarından, deriyi ve kan damarlarını delecek şekilde evrilmiştir (Şekil 5) (44, 71).

Dişi ve erkekler anten ve palpuslarına bakılarak rahatça ayırt edilebilirler. Erkeklerde anten plumose yapıda iken dişilerde setalar çok daha seyrek bulunurlar. Anophelinae alt-ailesi üyelerinde dişi ve erkeklerin palpusları neredeyse hortum kadar uzun olsa da erkeklerde beşinci segment şişkin yapıdadır. Culicinae alt ailesi üyelerinde ise ülkemizdeki tüm türlerde erkeklerde palpuslar beş segmentten oluşurken, dişilerde yalnız üç segment bulunur (Şekil 6) (12).



Şekil 6. Ergin dişi ve erkek bireyler. *Anopheles superpictus* dişi (a) ve erkek (b), *Aedes aegypti* dişi (c) ve erkek (d). HU-VERG.

1.3. Biyolojileri, beslenme ve konak tercihleri

Sivrisineklerin yumurtladıkları, larva ve pupaların geliştikleri sucul ortamlara üreme odağı, alanı ya da habitatı denilmektedir. Bu habitatlardan bazıları, ırmak kenarları, havuzlar, kuyular, yağmur suyu ile yerde, kayalıklarda oluşan su birikintileri, bataklıklar, ağaç kovukları, erimiş kar suları, su dolu lastik ve tenekeler gibi her çeşit yapay su birikintisi habitatlarıdır. Sivrisinek türlerinin habitat tercihleri oldukça sınırlı ya da çok geniş olabilir. Bir larval habitatın gölge yoğunluğu, vejetasyonun bulunup bulunmaması, suyun hareketi, tuzluluk derecesi gibi faktörler, türlere göre yumurtlamaları için dişileri alana çekecektir. Örneğin *Orthopodomyia pulchripalpis* türü yalnız ağaç kovuklarında yaşarken, *Culex pipiens*

s.l. çok çeşitli koşullara uyum sağlayabilmektedir. Bazı türler yılda bir nesil yavru verebilirken (univoltin) diğerleri birden fazla nesil verebilir (multivoltin). Univoltin türler koşullar uygun olduğunda, ya da farklı bir coğrafyada multivoltin olabilirler. Bu durum, türün ergin olarak geçirdiği süreye ve yaşadığı coğrafyadaki uygun koşulların bulunma süresine bağlıdır. Koşulların uygun olmadığı dönemlerde ise "diyapoz" gerçekleşir. Aedine sivrisineklerde bu dönem sıfırın altındaki sıcaklıklarda ve kuraklığa dayanıklı olan yumurta evresinde geçer. Diyapozdaki yumurtaların açılmak için gün uzunluğunun artışını beklediği bilinmekte, fotoperiyodun bu süreçte ne kadar önemli bir çevresel etmen olduğu anlaşılmaktadır. *Culex pipiens* s.l. örneğinde ise dişilerin kan emdikten sonra bu besini yumurta üretmek yerine yağa dönüştürdükleri ve mağaralar, hayvan barınakları gibi korunaklı alanlarda uygun olmayan koşulları inaktif olarak atlattıkları bilinmektedir. Hayatta kalan dişiler günlerin uzaması ve sıcaklık artışı ile yeniden kan emerek, ilk nesli oluştururlar. Diyapozun bazı *Anopheles* ve *Culiseta* türlerinde, larva evresinde geçirildiği bilinmektedir (22, 71). Dördüncü evrede gelişmesi duran larvalar uygun koşullar oluşuncaya kadar pupa dönemine geçmezler. Ancak iklimsel koşulların uygun olduğu ilkbahar döneminde pupalaşırlar.

Böceklerde kan emme davranışının birbirinden bağımsız birkaç defa bitkilerden öz suyu emen atasal türlerden evrildiği düşünülmektedir. Filogenetik araştırmalara göre sivrisineklerde bu davranışın tek atadan geldiği, daha sonra Toxorhynchitinae gibi gruplarda bu özelliğin köreldiği bilinmektedir (116). Vücut ısısı, karbondioksit (CO_2), laktik asit, kan emen dişi sivrisinekler için çekici özellik taşırlar. Günümüzde laktik asit, kaproik asit ve amonyak kullanılarak hazırlanan BG sentinel tuzaklar gibi çekiciler kullanılarak sivrisineklerin konaklardan uzaklaştırılması için çalışmalar da yapılmaktadır (78). Kan emme, türlerin günlük aktivite ritimlerine göre gece ya da gündüz gerçekleşebilir. Konak bulunma durumuna ve tercihine göre de türler birbirinden farklılık göstermektedir. Kuşlar, sürüngenler, memeliler arasında tek bir gruptan kan emmeyi tercih eden ve tümünden kan emebilen fırsatçı türler bulunabilmektedir. Ülkemize giriş yapan istilacı türler, fırsatçı türler olup, bu özellikleri onların vektöriyel kapasitelerini arttırmaktadır (12). Bu özellik tür kompleksleri içinde de farklılıklar gösterebildiğinden sibling türlerin ayrımında incelenmesi gereken bir karakterdir (71).

Kan emme işleminden önce çiftleşme sırasında yumurtaların döllenmesi gerçekleşmez. Sperm dişi spermatekasında biriktirilir ve dişinin kan emmesiyle gelişimi tamamlanan yumurtaların bırakılma sırasında döllenmesi gerçekleşir. *Anopheles* cinsi sivrisineklerde bir adet bulunan spermateka Culicine'lerde iki ya da üç adet olabilir (22). Türe ve tüm şartlara bağlı olmakla birlikte, bir dişi bir seferde ortalama 100-150, bazı türlerde 200-300 adet yumurta üretebilir. Uygunsuz koşullar ve predasyon gibi mortalite faktöreri gözönünde bulundurulursa, bu yavruların

tamamı erginleşmeyecektir. Kan emmeden de yumurta üretimi (otojeni) mümkündür. Bu durumlarda yumurta üretimi için gereken besin ergin öncesi dönemde kazanılmaktadır (71).

1.4. Tükürük özellikleri

Sivrisineklerin ağız parçalarındaki bazı adaptasyonlar hematofaji için özelleşmiştir. Kan emmeden hemen önce konağa, 100'den fazla proteini ve polipeptidi içeren tükürük sıvısı salgılanır. Bu sıvının damar genişletici, kan pıhtılaşmasını önleyici ve bakteriyolitik özellikte olduğu bilinmektedir ancak hangi proteinlerin patojenlerin aktarımında etkili olduğu ile ilgili araştırmalar sürmektedir. Hastalık vektörü olan sivrisineklerde patojenlerin çoğunlukla konağa tükürük yoluyla geçmesi nedeniyle bu konuda yapılan araştırmalar oldukça kapsamlıdır (24).

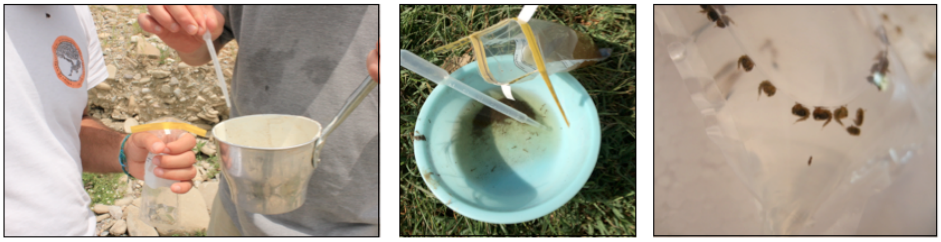
1.5. Duyu organları

Merkezi sinir sistemine bağlı antenler ve palpuslarda bulunan kütikülar sensilla, sivrisineklerin konak arayışına ve feromonları takibine yardımcı olan koku alma organlarıdır (22). Bu konu ayrıntılı olarak çalışıldığı halde henüz anlaşılamayan birçok yanı bulunmaktadır. Koku bağlayan proteinlerin çalışma prensipleri, hidrofobik koku moleküllerini sinirlerdeki reseptörlere taşıma rolü üstlendikleri üzerine çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda antende ve palpusta hangi genlerin aktive olduğu ve kan emme davranışında duyu organlarının nasıl etkili olduğu detaylı olarak açıklanmaya çalışılmaktadır (99).

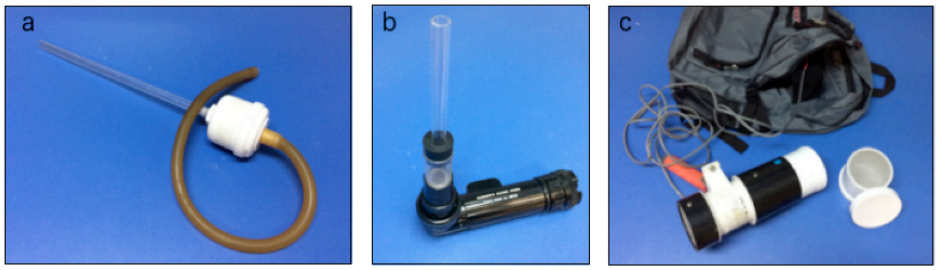
1.6 Toplama saklama ve preparasyon yöntemleri

Yumurta, larva ve pupaların toplanması için kepçeler, fırça ve pastör pipetleri kullanılır. Toplanan bu örnekler su şişesi ya da poşetler içinde serin kutularda laboratuvara taşınır (Şekil 7) (12). *Aedes* türlerinin yumurtaları su kenarında bulunduğundan bu yöntemle toplanması mümkün değildir. Bunun yerine su kaplarının içine masonit benzeri yumurtlamaya uygun çubuklar yerleştirilen ovitrapler kullanılır. Ovitrapler bırakıldığı noktada en az bir hafta kalmalıdır. Uzun süre bırakılacak tuzakların içindeki sularda sivrisinek üretimine engel olmak amacıyla *Bacillius thrungiensis var. israelensis* eklenmesi tavsiye edilmektedir (20).

Erginlerin toplanması Şekil 8'de görüldüğü gibi el, ağız ve sırt aspiratörleri ile mümkündür. Bunun dışında çekici materyal kullanılarak hazırlanmış tuzaklar da kullanılmaktadır. CDC Işık ve CO_2 tuzakları, gravid tuzakları ve BG sentinel tuzakları bunlardan başlıcalarıdır (Şekil 9) (12). Karbondioksit tuzaklarında kuru buz haznesi ya da CO_2 tüpü ile çalışan tipler bulunmaktadır. *Aedes* türlerinin toplanması için üretilmiş BG sentinel tuzaklarına CO_2 eklenerek de çalıştırılabilir (92).



Şekil 7. Kepçe, pastör pipeti ve steril poşetler ile yumurta, larva ve pupa toplama yöntemi. (HU-VERG)

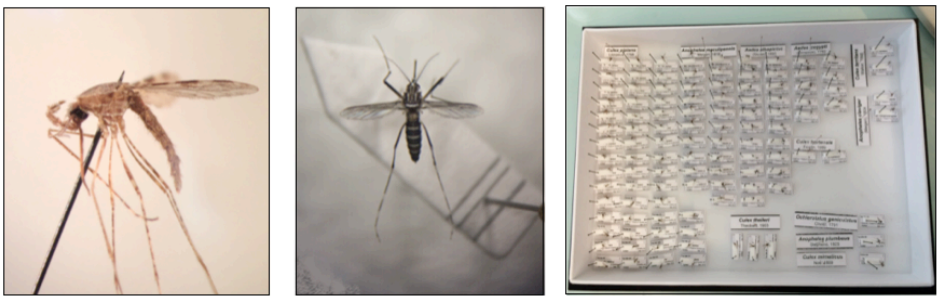


Şekil 8. Ergin sivrisinek örneklemek amacıyla kullanılan ağız, el ve sırt çantası aspiratörleri. (HU-VERG)

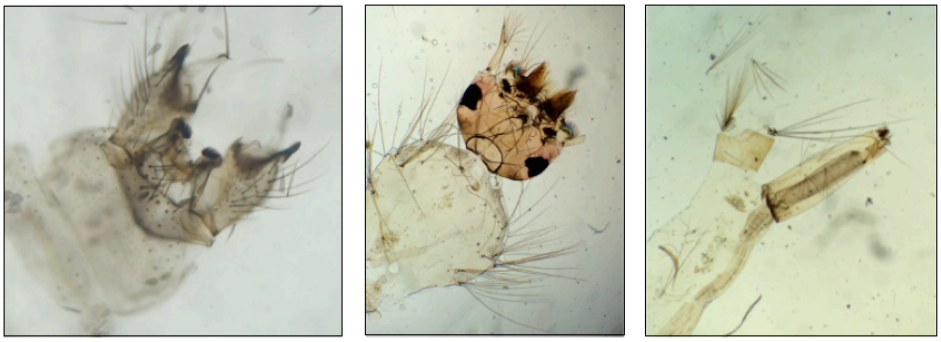


Şekil 9. CDC ışık tuzağı (a), CO_2 tuzağı (b), BG sentinel tuzak (c). (HU-VERG)

Toplanan larva örneklerinden bir kısmının erginleştirilip etil asetat ile öldürerek iğnelenmesi, devam eden araştırma süresince bu türün teşhisini kolaylaştıracaktır (Şekil 10). Örneklerin kalanı teşhis edildikten sonra, morfolojik inceleme için %80 etanolde, DNA izolasyonu için %95-100 etanolde saklanabilir. Larva ve erkek bireylerin teşhisinde preparasyon yapılması morfolojik teşhisi kolaylaştıracaktır (Şekil 11). Ayrıntılı protokollere Walter Reed Biyosistematik Bölümü'nün web sitesinden ulaşılabilir (38) (http://www.wrbu.org/about/techniques.html).



Şekil 10. İğnelenmiş örnekler ve koleksiyon örneği. (HU-VERG)



Şekil 11. Preparatı hazırlanmış örnekler. *Culex hortensis* erkek genitalyası, *Culex pipiens* s.l. larvası. (HU-VERG)

1.7. İnsektaryumda üretilmeleri

Sivrisinek kolonileri oluşturmak, sivrisineklerle ilgili araştırmaların yapıldığı her laboratuvara tavsiye edilen bir prosedürdür. Biyogüvenlik koşulları, "Arthropod Containment Guidelines" adlı kılavuzda bulunabilir (14).

Ortam sıcaklığı en önemli çevresel kriter olup genellikle 27°C olarak uygulanmaktadır. Bunun için inkübatörler ya da iklim odaları kullanılmalı, bu

alanlar nemlendirilmelidir (Şekil 12). Bu yolla larvaların bulunduğu kaplardan suyun hızla buharlaşması engellenir, erginler için ideal yaşam alanı oluşturulmuş olur. Tropik bazı sivrisinek türleri için uygun nem koşulu %80 iken diğer türler için bu değer daha düşük olabilmektedir. Birçok insektaryumda fotoperiyod 12 saat gece 12 saat gündüz olacak şekilde ayarlanmaktadır. Gerekirse güneş doğuşu ve batışını simüle etmek için ışıklar yanmadan önce ve söndükten sonra loş ışığın bulundurulması, çiftleşme ya da kan emmenin bu saatlerde gerçekleştiği türler için son derece önemlidir (12, 13).

Koloni oluşturma çalışmaları kan emmiş örneklerin bir bir yumurtlatılması sonrası dişilerin teşhisi ile başlamaktadır. Bu süreçte distile su kullanılması ve malzemenin kaynar sudan geçirilmesi, kontaminasyonun minimize edilmesi için gereklidir. *Anopheles* cinsi sivrisineklerde yumurtaların yıkanması, *Aedes* cinsi sivrisineklerde yumurtaların strese sokularak açılması için prosedürler bulunmaktadır (13, 73). Larvalar türe göre yüzey ya da dip balık yemi ile beslenebilir, balık ve ciğer tozu içeren farklı karışımlar da kullanılabilmektedir (9, 46). Pupalar pastör pipeti ile toplanarak su kaplarına alınıp tülden yapılmış ergin kafeslerine alınır. Dişi ve erkek erginler, kafeslere yerleştirilen şekerli su emdirilmiş pamuklar hazırlanarak beslenirler (Şekil 12, 13).



Şekil 12. İklim dolabında larva tepsileri, kova ve bardaklardan hazırlanmış sivrisinek kafesleri. (Virginia Tech, Fralin Life Science Institute, Amerika Birleşik Devletleri)



Şekil 13. İklim odasında larva kapları ve sivrisinek kafesleri. (HU-VERG)

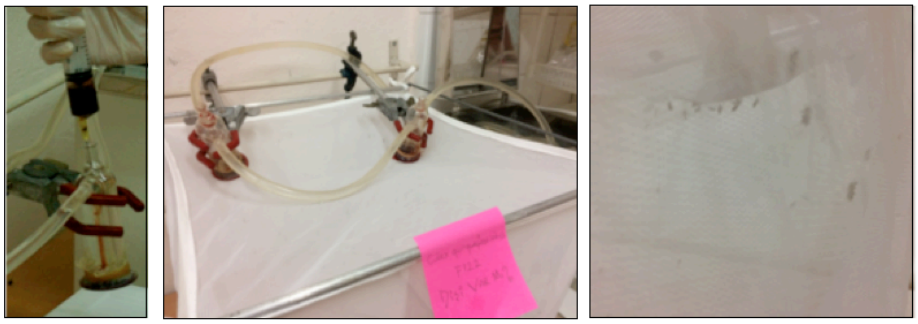
Dişilere kan emdirmek için bir çok farklı prosedür bulunmaktadır. Bunlardan en uygunu yapay kan emdirme aparatları kullanılarak yapılandır. Şekil 14'de görülen cam aparatın çevresinde vücut ısısını simüle eden sıcak su dolaşmakta, bağırsak ile kapatılmış orta kısmında ise kan bulunmaktadır. Kullanılacak kanın sivrisinek türünün konak tercihine göre seçilmesine dikkat edilmelidir (Şekil 15). Kan emen dişiler 27℃'de ortalama 4 gün sonra yumurtlayacaklardır. Bu günden önce kafeslere yumurta kapları konulmalıdır. *Anopheles* ve *Culex* türlerinde bu kapta yalnızca su bulunması yeterliyken, *Aedes* türleri için su kabının kenarına kurutma kağıdı konularak nemli ortam oluşturulması gereklidir.

1.8. Tür tayin yöntemleri

Evrimsel, ekolojik ve taksonomik, genelde "biyolojik" tüm çalışmaların yapılabilmesi için öncelikle tür teşhisinin doğru yapıldığından emin olmak gereklidir (49). Bunun ilk adım morfolojik teşhis olmakla birlikte, bu yöntem birçok durumda yetersiz kalmaktadır.

1.8.1 Morfolojik yöntemler

Sivrisinek larva, pupa ve erginleri üzerinde tür teşhisi için kolaylık sağlayan karakteristik kıl ve pullar bulunmaktadır. İlk larva evresinden dördüncüye kadar kılların oluşturduğu desen değişiklik gösterir. Bu nedenle tür teşhisi için dördüncü larva evresi ya da pupalar kullanılmaktadır. *Aedes*, *Culiseta*



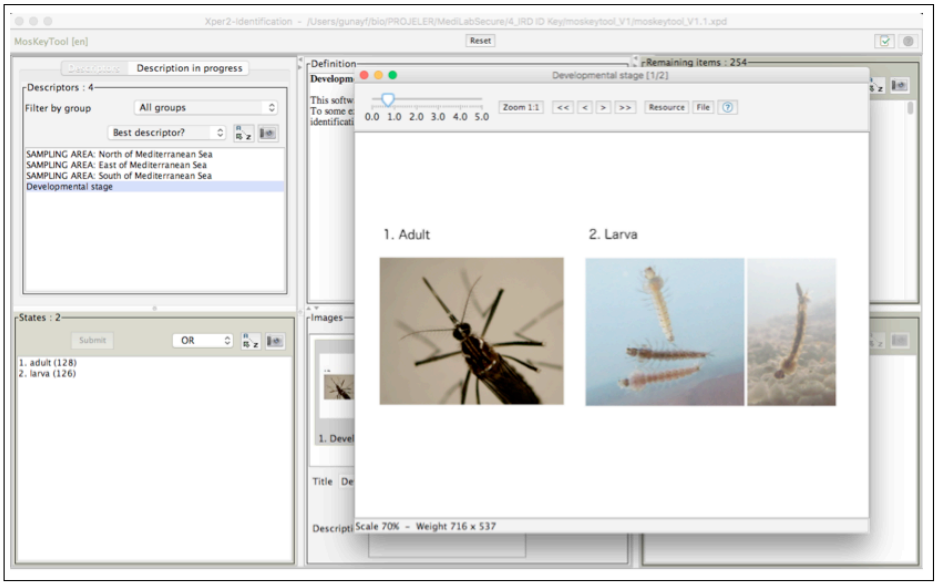
Şekil 14. Kan emdirme aparatı ve kan emen *Culex quinquefasciatus* dişileri. (HU-VERG)



Şekil 15. İnsandan kan emmiş *Anopheles superpictus* dişileri. (HU-VERG)

ve *Culex* türlerinde baş kısımdaki kıllar ile abdomenin son segmentindeki sifon, çevresindeki kıl demetleri ve diken biçimli çıkıntılar (pecten dişler, comb pulları) teşhise yardımcı olur. Erginlerde de baş, toraks ve abdomende türe özgü kıllar ve pullar bulunur. Genellikle kontrast oluşturan renklerde pullarla kaplıdırlar (kahverengi-krem, siyah-beyaz). Bu desenler genellikle tür ayrımını mümkün kılar (71). Bazı türler için erkek genitalya özellikleri tür teşhisinde kullanılmaktadır.

Bu yıl kullanıma sunulan, Xper2 bilgisayar proğramı desteği ile çalışan "MosKeyTool" ülkemizde kullanılabilecek en güncel morfolojik teşhis anahtarıdır (URL: http://www.medilabsecure.com/moskeytool.html) (Şekil 16). Ergin dişi ve dördüncü evre larvalar için 1000'den fazla görsel ve açıklama içeren anahtar, 128 tür için hazırlanmıştır. Avrupa, Kuzey Afrika, Güney Kafkasya ve Orta Doğu ülkelerinin bir kısmı için hazırlanmış olan anahtarda, yayılım alanı olarak Türkiye ve yanı sıra komşu ülkeler seçilerek, teşhis anahtarı ülkemize özgü hale getirilebilmektedir. Bu anahtardan farklı olarak Avrupa ülkeleri, İran, Yunanistan ve Mısır gibi ülkeler için hazırlanmış dikotomik teşhis anahtarları da bulunmaktadır (10, 12, 27, 41, 97).



Şekil 16. MosKeyTool sivrisinek tür teşhis anahtarının genel görünümü.

Avrupa'da sıtmaya neden olan *Anopheles maculipennis* türünün 1930'lu yıllarda birkaç kriptik türden oluşan bir tür kompleksi olduğunun anlaşılması ile, ergin evrede neredeyse birbirlerinden ayrılamayan populasyonların aslında farklı türler olabileceği ortaya çıkmıştır. Bu durum "sıtmasız anofelizm" değişinin doğuşuna sebep olmuştur (114). Bu keşiften sonra biyokimyasal ve genetik yöntemler geliştikçe doğada tür komplekslerinin sıklıkla var olduğu farkedilmiştir. Kriptik türlerin vektöriyel kapasitelerinde farklılık bulunması, sivrisineklerin doğru teşhisi için moleküler yöntemlerin sıklıkla kullanılmaya başlanmasına neden olmuştur (50).

1.8.2. Moleküler yöntemler

Artropod vektörlerin taksonomisi, oldukça fazla zaman, çalışma ve tecrübe gerektirir (71). Bununla birlikte, birçok yakın akraba vektör türün, morfolojik karakterlerle birbirinden ayrılması neredeyse mümkün değildir. Mümkün olan birçok sivrisinek türünde ise, morfolojik teşhisten emin olabilmek için ergin dişi ve erkek, dördüncü evre larva ve yumurtaların dikkatle incelenmesi, yakın türlerle karşılaştırılması gerekmektedir. Teşhis anahtarlarının yetersizliği ve fenotipik plastisite nedeniyle gözlenen varyasyon, sivrisinek taksonomisinin hatasız bir şekilde yapılabilmesi için

yüksek uzmanlık ve tecrübe gerektirdiğinin göstergeleridir (108). Bu gibi durumlarda, gerekli teşhisin yapılabilmesi oldukça uzun sürmekte ve epidemiyolojik açıdan hızla alınması gereken kararların gecikmesine sebep olmaktadır (71).

Günümüzde morfolojik karakterler temel alınarak tür teşhisi yapıldıktan sonra moleküler biyolojik yöntemler kullanılarak bu sonuçlar desteklenebilmektedir. Moleküler taksonomi, organizmaların protein veya nükleik asit karakterlerine dayanarak sınıflandırılması ya da tanımlanmasıdır. DNA molekülü fenotipten çok genotipin araştırılmasına, evrimleşme oranını ya da kalıtımı hesaplamada birden çok dizinin kullanılmasına olanak sağladığı ve analiz metotları genellikle tüm DNA tiplerine uygulanabildiği için bu tür çalışmalarda kolaylıkla kullanılmaktadır. Böylece moleküler filogenetik çalışmalarla vektör türlerin hızlı ve doğru teşhisi mümkün olmaktadır. Bu yöntemler, dikkatli uygulandığında salgın dönemlerinde tıbbi açıdan önemi bulunan artropod gruplarının zamanında teşhisindeki doğruluğu ve kesinliğini arttırmaktadır. Patojenlerin tespit edilmesi için kullanılan tekniklerin gelişmişliği ile birleştiğinde vektör moleküler taksonomisi, türün lokal populasyonunun vektör kapasitesinin dahi ortaya çıkarabileceğini öngörmektedir (71). Biyoinformatiğin bu amaçla kullanılmaya başlanması ile moleküler yöntemlerin tür teşhisi ve gen kaynaklarının tespiti için yeri doldurulamaz bir yöntem olduğu ortaya çıkmıştır (16).

DNA barkodlama yöntemi, organizmaların mitokondrial DNA (mtDNA)'larındaki kısa bir gen bölgesinin Neighbor joining (NJ) yöntemi ile karşılaştırılmasını temel alan görece basit bir yöntemdir. Moleküler evrimi yavaş olan ve mtDNA'daki diğer genlere oranla büyük olmaları sebebiyle sitokrom oksidaz I (*COI*) ve sitokrom b (*cyt b*) gen bölgeleri, DNA teşhis sistemlerinde en sık kullanılan mitokondrial genlerdir. *COI*'in *cyt b* genine oranla daha avantajlı olmasının bir nedeni bu gen için evrensel primerlerin güvenilir olmasıdır. İki genin de üçüncü pozisyon nükleotitinde sübstitüsyon görülme sıklığı daha yüksektir. Bu özellik yakın akraba türlerin ayrılmasında faydalı bir özelliktir ve *COI* geninde aminoasit sekans değişikliklerinin *cyt b* genine oranla daha yavaş gerçekleşmesi sebebiyle geniş taksonomik gruplarda daha güvenilir sonuçlara ulaşılmaktadır (56).

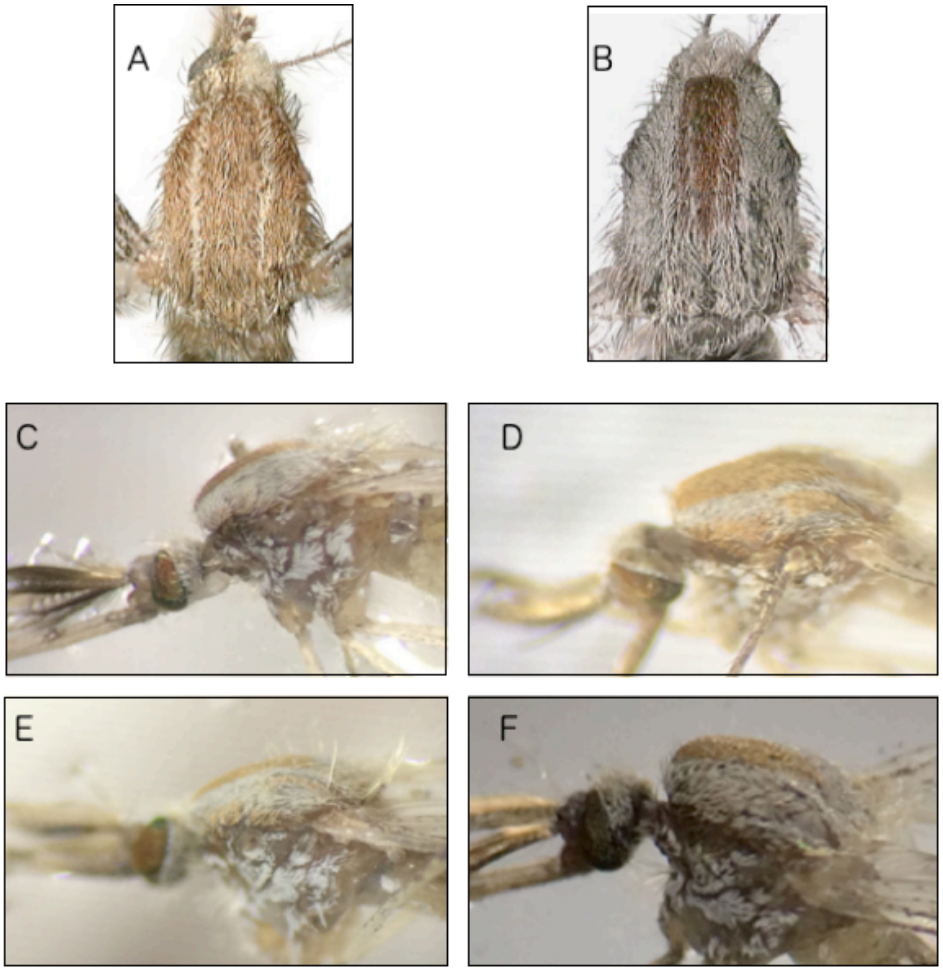
Hücrelerdeki mitokondri genomu korunmuş bir bölge olmasına rağmen özellikle tRNA kodlayan gen bölgelerinde değişiklikler görülmektedir. *COI* geni 5'terminalinde tRNATyr ve 3' terminalinde tRNALeu ile çevrelenmesi

sebebiyle protein kodlayan genlerin sırası yüksek oranda korunmuştur. MtDNA göreceli olarak hızlı mutasyon oranına sahiptir. Bunun sonucunda varyasyon türler arasında yüksek, tür içinde ise karşılaştırılabilir oranda düşük olarak gözlenmektedir (56). Bu veriler ışığında hayvanlar alemi için 658 baz çiftinden oluşan *COI* potansiyel barkod bölgesi olarak sunulmuştur (49).

Hayvanların teşhisinde *COI* geni yüksek taksonomik kategorilerden az sayıda örnek ile test edilmiş, elde kapsamlı *COI* verisi bulunursa türlerin de teşhis edilebileceği anlaşılmıştır (50). Bu çalışmaların ardından iki önemli sonuca varılmıştır. İlki, tür içi mesafenin nadiren %2'nin üzerine çıkması ve çoğunlukla da %1 ve altında görülmesi olmuştur (7). İkincisi, tür içi mesafenin %2'nin üzerinde bulunduğu grupların genellikle coğrafi olarak izole olmuş populasyonlar olduğu, geçmişte gen havuzunda ayrılmalar görülmüş olabileceğinin işareti olduğunu göstermiştir. Birçok türün ise, taksonomik statüsü belirgin olmayan soylar içerdiği de saptanmıştır (8). Sonuçta bu filocoğrafik araştırmalar *COI*'in türleri birbirinden ayırmak için uygun bir gen bölgesi olabileceğini göstermiştir (50).

Bir gen bölgesinin barkod bölgesi olarak kullanılması için çok sayıda farklı türe ait güvenilir sekans verisinin üretilen yeni veri ile karşılştırılabilir olması gerekmektedir. "Yaşamın barkodu veri sistemi (The Barcode of Life Data Systems - BOLD)" 2005 yılında oluşturulmuş; DNA barkod verilerinin eklenmesi ve kullanılması için kurulmuş entegre bir web platformdur. Sivrisinekler için bu veriyi oluşturmak adına Mosquito Barcoding Initiative (MBI) (Sivrisinek Barkodlama İnsiyatifi) kurulmuş, BOLD veri bankasına Smithsonian Enstitüsü ve Londra Doğa Tarihi Müzesi (NHM) koleksiyonlarında bulunan örneklere ait bilgi depolanmıştır (55).

Morfolojik teşhis, uzmanlık ve tecrübe gerektirmekle beraber, sivrisineklerde adaptasyonun hızı sebebiyle tür içi varyasyonun yüksek olması da yanlış morfolojik teşhisle sonuçlanabilecek sorunlardan biridir. Ülkemizde bulunan *Aedes caspius* türüne ait örneklerin bazılarının *Ae. dorsalis* ile benzerliğinden yola çıkılmış, moleküler analizler sonucu bu farklılıkların sadece bireysel varyasyon olduğunu göstermiştir (Şekil 17). Kimura 2 parametre modeli ile çizilen Neighbor Joining ağacında bu bireyler KR694101.1 numaralı *Ae. dorsalis* örneği ve FJ210902.1 numaralı *Ae. caspius* örneği karşılaştırıldığında, Hatay'dan toplanan bu dört bireyin *Ae. caspius* türüne ait olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 18) (95). Bu gibi örnekler morfolojik teşhisin moleküler yöntemlerle onaylanmasının gerekliliğini göstermektedir.

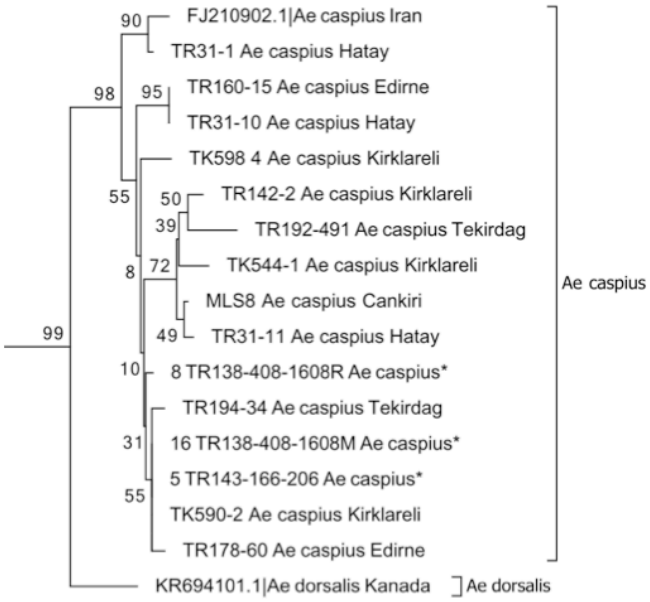


Şekil 17. A: *Aedes caspius*, B: *Aedes dorsalis*, C-D-E-F: Hatay'dan toplanan *Aedes caspius* örneklerinde scutum desenlenmesi (95).

1.9. Vektörlük açısından önemleri

Sivrisineklerin taşıdığı arbovirüsler ve parazitler, değişik konaklar arasında döngüsel olarak görülmeleri ve çeşitli çevresel, iklimsel ve ekolojik faktörlerin etkisiyle değişen epidemiyolojik yapıları nedeniyle, son yıllarda halk sağlığı üstünde büyük bir etkiye sahiptir (12). Türkiye'nin coğrafi konumu, iklimi ve yerleşik sivrisinek populasyonları, hali hazırda var olan sivrisinek kaynaklı hastalıkların sayısını artırabilir. Dahası ülkeye girmiş veya yeniden giriş yapacak diğer sivrisinek kaynaklı patojenlerin yayılması için de, değişen iklim koşulları ile birlikte yeni uygun habitatlar

sağlayacaktır (87). Ülkemizde bulunan sivrisinek türlerinden virüs taşıdığı bilinenler; *Aedes aegypti, Ae. albopictus, Ae. caspius, Ae. vexans, Anopheles claviger, Culex modestus, Cx. perexiguus, Cx. pipiens s.s, Cx. pussilus, Cx. quinquefasciatus, Cx. theileri, Cx. torrentium, Cx. tritaeniorhynchus, Culiseta annulata* ve *Uranotenia unguiculata* olarak sıralanabilir.



Şekil 18. Hatay'dan toplanan örneklerin *Aedes caspius* ve *Aedes dorsalis* örneklerine ait Neighbor Joining ağacı (95)

Son yıllarda yoğun olarak tespit edilen semptomatik Batı Nil Virüsü enfeksiyonu vakaları ülkemizde sivrisinek kaynaklı hastalıkların önemli bir halk sağlığı problemi haline gelme potansiyeli olduğunu ortaya koymuş ve virüs taşıyan sivrisinek türlerinin, eksiksiz bir faunistik listesinin yapılması gerektirdiğini göstermiştir (32, 33, 60). Batı Nil Virüsünün başlıca vektör türleri Avrupa'da *Culex pipiens* ve *Culex modestus*; Asya'da *Culex quinquefasciatus* ve *Culex tritaeniorhyncus* olarak rapor edilmiştir (48, 54).

Sıtma, geçmiş yıllarda Türkiye'nin sivrisinek kökenli paraziter hastalıklarından en önemlisidir (82). Son yıllarda sıtma hastalığı açısından Türkiye eradikasyon aşamasında ülke konumuna gelmiştir. Ancak henüz Dünya Sağlık Örğütü (DSÖ) tarafından "sıtmasız ülke" kategorisine alınmamıştır. *An. sacharovi* ve *An. superpictus* türleri Türkiye'de *Plasmodium*

vivax'ın vektörlüğünü yaparlar (63). *Anopheles sacharovi*, Avrupa'nın güneydoğusu için potansiyel; Türkiye, Suriye, Kuzey Irak ve İran için ise kanıtlanmış sıtma vektörüdür (63, 118). Bu tür Batı Afrika kökenli *P. malariae* ve *P. ovale* türlerine karşı hassasiyet eğilimi göstermektedir (58).

Tablo 2.Türkiye'deki vektör türler ve taşıyıcısı oldukları virüsler

	Tür	**Virüs**	**Referanslar**
1.	*Ae. aegypti*	CHIKV, DENV, ORUV, VEEV, BNV, SHV, ZIKV	21, 59
2.	*Ae. albopictus*	CHIKV, CVV, DENV, EEEV, LACV, BNV, SHV	59, 89, 109
3.	*Ae. caspius*	TAHV, BNV	31
4.	*Ae. vexans*	TAHV, TVTV, BNV	72
	An. claviger	TAHV	72
5.	*Cx. modestus*	BNV, TAHV* , LEDV*	11, 69*
6.	*Cx. perexiguus*	BNV *, SINV, RVFV	79*, 94, 107
7.	*Cx. pipiens* s.s.	BNV *, OCKV, TAHV	69, 79*,
8.	*Cx. quinquefasciatus*	BNV, SLEV	36, 42
9.	*Cx. pusillus*	BNV *, SINV*, RVFV*	72*, 76*
10.	*Cx. theileri*	OCKV	69
11.	*Cx. torrentium*	JEV, GGV*, DENV*, SINV*, RVFV*	91, 106*
12.	*Cx. tritaeniorhynchus*	BNV	48
13.	*Cs. annulata*	BNV	19
14.	*Ur. unguiculata*	BNV	65, 83, 93

Batı Nil virüsü (BNV), Chikungunya virüsü (CHIKV), Cache Vadisi virüsü (CVV), Dengue virüsü (DENV), Eastern Equine Ensefalit virüsü (EEEV), Getah virüsü (GGV), Sarı Humma virüsü (SHV), Sindbis virüsü (SINV), St Louis Ensefalit virüsü (SLEV), Tahyna virüs (TAHV), Trivittatus virüsü (TVTV), Venezuelan Equine ensefaliti virüsü (VEEV), Zika virüs (ZIKV), Ockelbo virüs (OCKV), Orungo virüs (ORUV), La Crossa virüs (LACV), Japon ensefalit virüsü (JEV)

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

Sivrisineklerin belirli bir coğrafik bölgedeki kontrolündeki temel amaç, hedef türlerin populasyon yoğunluklarının azaltılılarak sokma ve kan emme yoluyla oluşturdukları rahatsızlıkların ve hastalık taşımalarının önlenmesini sağlamaktır. Dünyada sistematik kaydı yapılarak tanımlanmış olan 3555 türün yaklaşık %6'sı insanlardan kan emmektedir. Dolayısıyla sivrisinek kontrol çalışmalarının yapılacağı coğrafik bölgede sivrisinek türlerinin tamamına yönelik kontrol çalışmaları yapmak yerine, öncelikle kontrol çalışmalarının yapılacağı hedef türler belirlenerek, bu türlerin biyolojik, ekolojik ve vektörel kapasiteleri ile ilgili temel bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Böylece, elde edilen bu bilgilere göre planlanarak uygulanan yöntemlerle etkin ve ekonomik olan kontrol çalışmalarının yürütülmesi sağlanabilir. Ancak, populasyon yoğunluğu en yüksek düzeye ulaşmış bir sivrisinek türünün kontrolu için bilinen tüm kontrol yöntemleri uygulansa da, yüksek biyolojik potansiyelleri nedeniyle populasyon yoğunluklarında kısmen azalmalar sağlanabilir. Bu da türün kontrolü için yeterli olmamaktadır.

Bu nedenle, hedef sivrisinek türünün kontrol çalışmalarının yapılacağı coğrafik bölgedeki yüksek populasyon yoğunluğunu sağlayan çok sayıda uygun üreme habitatlarının olması gibi çevresel desteklerin öncelikle ortadan kaldırılması, oluşumunun engellenmesi gerekmektedir. Diğer taraftan da, hedef türün populasyon yoğunluğunun üreme alanlarındaki ekosistemsel işlevsellik özelliğine bağlı olarak doğal olarak artışını sınırlandıran avcı türlerin etkinliğinin sağlanması da gerekmektedir.

2.1. Sivrisineklerin kültürel ve fiziksel kontrolü

Sivrisineklerin kültürel kontrolü, sivrisineklerin sorun oluşturduğu bölgelerde yaşayan insan topluluklarının sivrisineklerin biyolojisi, ekolojisi, davranış özellikleri, vektörlük kapasiteleri ve oluşturdukları hastalıkların epidemiyolojisi hakkında eğitilmesini ve bilinçlendirilmesini kapsamaktadır. Sivrisineklerin fiziksel kontrolü ise temel olarak sivrisineklere üreme habitatı sağlayan ortamların oluşmasının önlenmesi, sivrisineklerin üremesini engelleyecek biçinde bu ortamların düzenlenmesi kapsamında yapılan çalışmaların tamamını kapsamakdır (6). Sivrisineklerin kan emerek rahatsızlıklar oluşturduğu ve sivrisineklerin vektörlüğü ile oluşan hastalıkların yaygın olduğu bölgeler genel olarak toplumsal bilgi, farkındalık ve gelir düzeyinin düşük ya da yetersiz olduğu kırsal bölgelerdir. Bununla birlikte istisnalar da vardır. Örneğin, *Aedes albopictus*,

Ae. aegypti ve *Cx. pipiens* s.l. gibi önemli hastalıkların vektörlüğünü yapan ve dünya genelinde eğitim ve ekonomik gelir düzeyi yüksek kentsel bölgelerde daha çok yaygın olan sivrisinek türleri için de kontrol çalışmalarında başarı elde edilememektedir. Çünkü, her iki durumda da insanların yaşam alanlarında üreyen, beslenen ve vektörlük yapan bu türlerin yaşamsal özelliklerinin etkilenen toplum bireyleri tarafından bilinmemesi temel sorunu oluşturmaktadır. Bu nedenle, sivrisineklerin ve neden oldukları hastalıkların yaygın olduğu coğrafik bölgelerde toplumsal bilgi ve farkındalık düzeyinin artırılmasına yönelik eğitim çalışmaları oldukça önemlidir (88). Bu kapsamda planlanan eğitim çalışmalarıyla sivrisinek kontolü yapılacak olan bölgede yaşayan insanlara sivrisineklerin yaşam özellikleri, sivrisineklerin neden olduğu hastalıkların epidemiyolojileri ve korunma yöntemleri hakkında temel bilgiler verilmelidir. Yapılan pek çok çalışma yoğun sivrisinek populasyonlarının en önemli nedeninin insan kaynaklı yapay sivrisinek üreme habitatları olduğunu göstermiştir (Şekil 19).



Şekil 19. İnsan kaynaklı sivrisinek üreme habitatları.

Başarılı bir sivrisinek kontrolü için öncelikle insan yaşam alanlarının yakın çevresindeki bu üreme alanlarının ortadan kaldırılması ve oluşumunun engellenmesi gerekmektedir. Ayrıca düzenli olarak sel basan bölgelerde suyun akışının kontrol edilebilir hale gelmesini amaçlayan çevre düzenlemesi yapılmalıdır. Bu tip çevre düzenlemelerinin sulak alanları beslediği ve sivrisinek sorununu minimize ettiği gösterilmiştir (23). Böylece, sivrisineklerin populasyon yoğunluklarında her hangi bir kimyasal ya da biyolojik insektisit uygulaması yapılmadan önemli oranda azalma sağlanacaktır.

2.2. Bireysel korunma

Sivrisineklerden ve neden oldukları hastalıklardan korunmanın en temel yolu, sivrisinek-insan temasının kesilmesidir. Birkaç vektör sivrisinek türü

gündüz saatlerinde kan emme açısından aktif olsa da, pek çok sivrisinek türü gün doğumu, gün batımı ya da havanın kararmasını izleyen birkaç saatte yoğun kan emme faaliyetinde bulunmaktadır. Ayrıca, sivrisinek populasyon yoğunluklarının yüksek olduğu aylarda kişi başına sivrisinek sokma oranı da artmaktadır. Bu nedenle sivrisinek populasyon yoğunluklarının yüksek olduğu günlerde ve kan emme faaliyetlerinin arttığı saatlerde sivrisineklerin etkili olduğu alanlardan uzak kalmak önemlidir. Açık alanlarda kalmayarak sivrisineklerin girişinin engellendiği kapalı alanlarda bulunmak önemli oranda sivrisinek saldırılarından korunmayı sağlar. Sivrisineklerin aktif oldukları zamanlarda çeşitli nedenlerle dış alanlarda bulunma zorunluluğunda olanların sivrisinek sokmalarından korunacak şekilde vücudu kapatan koruyucu giysiler giymeleri gereklidir. Ayrıca bireysel koruma sağlayan ve sağlık testlerinden geçmiş kullanabilirliği onaylı çeşitli sprey, losyon, krem gibi sivrisinek uzaklaştırıcı ürünler kullanmaları önemli oranda korunma sağlamaktadır (98).

2.2.1. Cibinlikler

Sivrisinek saldırılarından korunmak amacıyla cibinlik kullanmak oldukça etkili bir yöntemdir. Özellikle de sıcak yaz günlerinde açık alanlarda uyumak zorunda kalan ya da evlerde pencerelerini açık bırakarak uyuyan insanlar için yoğun sivrisinek saldırılarından korunma sağlamaktadır. Dünyanın birçok bölgesinde sivrisinekler ve diğer vektör böceklerden korunmak için cibinlik kullanımı yaygın bir yöntemdir ve pek çok çalışma düzenli cibinlik kullanımının sıtma ve diğer sivrisinek kökenli hastalıkların oranında azalma sağladığını göstermiştir. Uzun yıllar sivrisinek ve diğer kan emici böceklerin etkili olduğu bölgelerde herhangi uzaklaştırıcı bir insektisitle işlem görmemiş küçük gözenekli geleneksel cibinlikler kullanılmıştır. Bu tip cibinlikler ekonomik koşulların yeterli olmadığı bölgelerde bile diğer korunma yöntemlerine göre küçük bir maliyetle elde edilebilir olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Bununla birlikte, riskli bölgelerde yaşayan aile bireylerinin hepsini koruma altına alacak kadar sayıda cibinliklerinin olmaması, olanların kısa sürede yıpranması, hergün kurulup kaldırılmasının gerekmesi ve kısmen hava akımını engellemesi gibi nedenlerle düzenli kullanımları olmadığından koruma etkisi azalmaktadır. Ayrıca, birçok önemli vektör sivrisinek türü insanların uyuma zamanından önceki saatlerde yoğun kan emme faaliyetinde bulunmaktadır. Dolayısıyla, gece cibinlik altında uyunsa bile bazı bölgelerde sivrisinek kökenli hastalıklar sıklıkla görülmektedir. Bazı vektör sivrisinekler ise insanların uyku döneminde faaliyetlerini yoğunlaştırdıklarından, bu türler için

cibinlikler önemli bir korunma bariyeri sağlamaktadır. Son yıllarda ise cibinliklerin koruma etkinliğini arttırmak, toplumsal bir korunma sağlamak ve sivrisinek populasyon kontrolüne de katkı yapmak amaçlarıyla uzaklaştırıcı insektisitlerle işlem görmüş cibinlik kullanımı yaygınlaştırılmıştır. Özellikle de çeşitli nedenlerle yeterli vektör kontrolü yapılamayan bölgelerde sivrisinek kökenli hastalıklardan korunmak için yoğun olarak kullanılan yöntem olmuştur (40). Örneğin, Afrika'nın sıtma endemik pek çok bölgesinde kullanılan insektisitle işlem görmüş cibinlikler, sıtmanın azaltılmasında önemli bir düzeyde başarı sağlamıştır (77). Bu cibinliklerde kullanılan insektisitler hem sivrisinekleri uzaklaştırıcı hem de öldürücü etkiye sahiptir. Dolayısıyla, bireysel korunmanın yanı sıra öldürme etkisiyle sivrisinek populasyonunlarının azalmasını da sağlamaktadır. Ayrıca, riskli bölgelerdeki hedef toplulukta aynı anda çok sayıda cibinliğin kullanılması sivrisinekler için geçilemez bir insektisit bariyeri oluşturmakta ve topluluk içerisinde cibinlik kullanmayanların da korunmasını sağlamaktadır. İnsektisitli cibinlikler, geleneksel cibinliklere göre daha büyük gözeneklidir ve daha iyi bir hava sirkülasyonu sağlamaları nedeniyle kullanım konforu da sağlamaktadır. Genellikle, polyester, polietilen veya polipropilene materyalden yapılmaktadır ve uzaklaştırıcı olarak da pretroid grubu insektisitler içermektedir. Cibinliklerde kullanılan pretroit grubu insektisitlerin en yaygın olanları deltamethrin, permethrin ve alfa cypermethrin insektisitleridir. Bu insektisitler uygun dozlarda kullanıldığında insanlar ve hayvanlar için önemli bir sağlık riski oluşturmamakta ancak böcekler için uzaklaştırıcı ve öldürücü etki yapmaktadır. Yıkama ve güneş ışınlara maruz kalma gibi etkilerle kolayca parçalanmamakta ve çok tekrarlı yıkamalarda bile etkinliklerini korumaktadırlar. Son yıllarda geliştirilen yeni formülasyonlarla bu insektisitlerin etkinlik süreleri 3 yıla kadar uzatılabilmiştir (25).

2.2.2. Bitkisel Ürünler ve Kovucu-Uzaklaştırıcılar

Dünya genelinde birçok bölgede uzaklaştıcı özellikeleri nedeniyle sivrisinek saldırılarından bireysel olarak korunma sağlayan çeşitli ürünler keşfedilmiştir. Bu ürünler temel olarak sentetik kimyasal ürünler ve bitkisel ürünler olarak iki grup altında toplanmaktadır ve çoğunlukla yüseysel olarak cilde ya da giysilere uygulanırlar. Uzaklaştırıcı etkileri çok değişken olmakla birlikte etkin koruma süreleri konsantrasyonlarına bağlı olarak değişmektedir. Sentetik kimyasal ürünlerden kan emici böceklere karşı en yağın olarak kullanılan ve AB Çevre Koruma Örğütü (EPA) tarafından

tescil edilmiş olan iki ürün, DEET (N, N-dietil m-toluamide) ve Picaridin ($C_{12}H_{23}NO_3$)'dir. DEET, sivrisineklerin yanı sıra kan emici diğer böcek ve keneler için de uzaklaştırıcı bir etkiye sahip olup, yaygın olarak kullanımı 1957'de başlamıştır ve günümüzde dünya genelinde kullanılmaktadır. İçeriğinde çeşitli konsantrasyonlarda (%10-80) DEET bulunan birçok ticari ürün kullanıma sunulmuştur. Genellikle yüzeysel olarak deri üzerine ya da giysiler üzerine uygulamayı sağlayan spreyler şeklinde sunulan bu ürünlerin etkin koruma süresi içerisindeki DEET miktarına göre artmaktadır. DEET konsantrasyonu %10'dan az olan ürünler genellikle 2 saatten daha kısa sürelerde uzaklaştırıcı etkisini kaybederken, %20-40 DEET içeren ürünler 4-6 saat kadar uzaklaştırıcı etkiye sahiptir. Pcaridin (İcaridin olarak da kullanılmaktadır), 1998 yılında yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır ve DEET kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Pcaridin, bitkisel ürün olan piperine benzeri sentetik bir kimyasal olarak üretilmiştir ve sivrisineklerin yanı sıra diğer kan emici böcekler için de uzaklaştırıcı etkiye sahiptir. Bireysel korunma için doğrudan cilt üzerine uygulanan sprey, losyon gibi çeşitli ticari ürünleri yapılmıştır. Konsantrasyon olarak %10'dan daha az pcaridin içeren ürünler 2 saat kadar, %20-40 arasında konsantrasyon içeren ürünler 2-4 saat kadar etkin koruma yapabilmektedir. Sivrisinekler gibi vektör böceklerden bireysel korunma için sentetik kimyasallar yerine doğal bitkisel ürünleri kullanması son yıllarda yaygınlaşmış olmakla beraber, bitkisel ürünler dünyanın değişik bölgelerinde daha çok yöre insanları tarafından bilinmekte ve kullanılmaktadır. Özellikle de yerel bitkiler bu amaçla önce yöre halkının deneme yanılma yöntemleriyle daha sonra da bilim insanlarının laboratuvar çalışmalarıyla test edilmiş ve birçok bitkinin sivrisinekler için uzaklaştırıcı etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Örneğin, kedi nanesi olarak bilinen *Nepeta cataria* (Lamiaceae) bitkisinden elde edilen nepetalactone (siklopentanoid monoterpen)'in 17 böcek türü için uzaklaştırıcı etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (29). Farklı bitkilerden elde edilen α-pinenen, limonene, terpinolene, citronellol, citronellal, camphor, rotundial ve isoborneol gibi bir çok monoterpenin böcekler için önemli uzaklaştırıcı etkiye sahip olduğu bulunmuştur (28). Bir çok farklı ülkede yetişen *Conyza newii, Cympobogon spp., Eucalyptus citriodora, Lippia javanica, Lippia ukambensis, Mentha piperita, Ocimum spp., Pelargonium citrosum, Plectranthus marrubioides, Tarchonanthus camphoratus, Tetradenia riparia, Zanthoxylum limonella, Eucalyptus globulus*, *Cymbopogon nardu, Litsea elliptica*, *Cinnamomum mollissimum*, *Cymbopogon nardus* ve *Pogostemom cablin* gibi bitkilerinden elde edilen çeşitli asansiyel yağların ya da ektrakların sivrisinekler için

uzaklaştırıcı etkisi bulunmuştur (57). Bununla birlikte, pek çok bitkisel ürünün sivrisinekler ya da diğer böcekler için uzaklaştırıcı etkisi belirlenmiş olsa da, sağlık kuruluşlarınca onaylanmış sivrisinek uzaklaştırıcı olarak ticari formülasyonlara dönüştürülebilmiş bir kaç bitkisel ürün vardır. Bu ürünler genellikle *Eucalyptus*, *Citronella*, *Melaleuca*, *Mentha* ve *Leptospermum* bitkilerinden elde edilen ekstraktları %10'dan daha az konsantrasyonlarda içerir. Bunlardan en yaygın olanı Avustralya'da doğal olarak bulunan *Corymbia citriodora* bitkisinden elde edilen yağlarla hazırlanmış olan ticari ürünlerdir. *Citronella* bitkisinden elde edilen esansiyel yağlar kullanılarak, sprey, losyon veya krem olarak formülasyonları yapılmış çok sayıda ticari ürün günümüzde kullanımdadır. Diğer bitkisel ürünlerin çoğu toksik, alerjik ve kanserojen etkileri ya da etkinlik sürelerinin yetersiz oluşu gibi nedenlerle toplumsal kullanıma uygun bulunmamıştır.

2.3. Larvasitler ve uygulamaları

Sivrisinek kontrol çalışmalarında larva populasyon yoğunluğunun azaltılması esastır. Larva populasyon yoğunluğu kontrol edilemeyen sivrisinek türlerinin çok çeşitli yöntemler uygulansa da ergin populasyon yoğunluğunun azaltılamadığı, kısmen azalma sağlansa da bu durumun kısa süre sonra populasyon yoğunluğunun artışı yönünde değiştiği gösterilmiştir. Sivrisinek larvaları, çeşitli türlerde değişiklik gösterse de genel olarak belirli sucul habitatlarda bulunurlar. Bu alanlar kolaylıkla tespit edilebildiğinden uygun olan zamanlarda müdahale edilebilmekte ve maliyeti düşük çalışmalarla pek çok larva öldürülebilmektedir. Sivrisinek larva mücadelesinde kullanılan larvasitler de diğer böcek öldürücüler de olduğu gibi tarihsel süreç içerisinde önemli değişimler göstermiştir. Genel olarak çevresel etkisi yıkıcı ve halk sağlığı açısından yüksek düzeyde toksik etki gösteren larvasitlerden çevre dostu ve toksik düzeyi çok indirgenmiş larvasitlere doğru bir değişim sağlanmıştır. Temel olarak organoklorlu insektisitlerle başlayan bu değişim, organofosfatlı insektisitler, karbamatlar, pretroidler, biyolojik preparatlar ve hormon düzenleyici ajanlar şeklinde bir değişim izlemiştir. Günümüzde sivrisinek larva populasyonlarının kontrolünde DSÖ tarafından gruplandırılan larvasitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Organofosfatlı larvasitler grubundan, Chlorpyrifos EC, Fenthion EC, Pirimiphos-metil EC, Temephos EC, GR en çok kullanılanlardır. Temephos EC ya da GR formülasyonlarının 56–112 g/ha veya 5.6–11.2 mg/m^2 olarak kullanımı önerilmiştir. Chlorpyrifos EC için 11–25 g/ha 1.1–2.5 mg/m2 olarak sunulan uygulama dozları, Pirimiphos-metil EC için 50–500 g/ha 5–50 mg/m^2 olarak verilmiştir. Son yıllarda kullanıma

sunulmuş diğer bir grup larvasitler N-benzoyl-N′-phenylurea'nın kimyasal türevleri olan Benzoylurea ($C_8H_8N_2O_2$)'lardır ve Diflubenzuron DT, GR, WP ve Novaluron EC formülasyonları DSÖ tarafından önerilmektedir. Bu grup larvasitler kitin sentez inhibitörü olarak etki yaparlar (34). Diflubenzuron DT, GR, WP için uygulama dozları 25–100 g/ha, 2.5–10 mg/m^2 olarak verilmiştir. Novaluron EC formülasyonu için önerilen uygulama dozu 10–100 g/ha 1–10 mg/m^2'dir. Pyriproxyfen GR ve Pyriproxyfen 2 MR juvenil hormon benzerleri olarak kullanılan larvasitlerdir. Pyriproxyfen GR için uygulama dozları 10–50 g/ha, 1–5 mg/m^2 olarak önerilmişken, Pyriproxyfen 2 MR'nin sadece küçük kaplar şeklindeki üreme habitatlarında üreyen sivrisinek türleri için kullanımının uygun olacağı bildirilmiştir. Diğer bir larvasit grubu ise EPA tarafından pestisit olarak kullanılabileceği tescil edilen spinosad'lardır. Bir toprak bakterisi tarafından üretilen maddedir ve spinosyn A ve spinosyn D olarak adlandırılan iki kimyasalın karışımıdır. Spinosad DT, EC, GR, SC formülasyonları 20–500 g/ha, 2–50 mg/m2 olacak şekilde kullanımı önerilmiştir (53). Dünya genelinde sivrisinek larvalarının kontrolünde en çok kullanılan larvasitler ise bakteri (*Bacillus*) kökenli olan formülasyonlardır.

2.3.1. Bakteri preparatları

Sivrisineklerin biyolojik kontrolünün temelini günümüzde büyük oranda bakteri kökenli preparatlar oluşturmaktadır. Özellikle de kimyasal insektisitlerin (organoklorlu, organofosfatlı, karbamatlar ve pretroidler) çevresel ve insanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin anlaşılması ve bu kimyasal insektisitlere karşı pek çok sivrisinek türünde insektisit direncinin görülmesi sonucunda bakteri kökenli ürünlerin dünya genelinde kullanımı hızla artmıştır. Günümüzde pekçok ülkede sivrisinek larva mücadelesinde çoğunlukla bu grup larvasitler kullanılmaktadır (15).

Bu preparatlar ilk olarak *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*Bti*) olarak tanımlanmış olan toprak bakterilerinden üretilmiş daha sonara pek çok farklı suşun izolasyonuyla elde edilen formülasyonlar hazırlanmıştır. *Bacillus thuringiensis israelensis*, suş AM65-52 (3000 ITU/mg), WG, *Bti,* suş AM65-52 (200 ITU/mg), GR, *Bti,* (suş AM65-52+ *B. sphaericus* suş ABTS-1743; 50 Bsph ITU/mg), GR, *Bti,* suş 266/2 (1200 ITU/mg), SC, DSÖ'nün önerdiği bakteri kökenli larvasitlerdir. Kullanım dozları, formülasyonların içerdiği toksin miktarına ve uygulama habitatına göre değişebilmektedir. Örneğin, *Bti*, suş AM65-52 (3000 ITU/mg), WG, formülasyomu için larva üreme habitatlarında 125–750 g/ha ve 12.5–75 mg/m^2 uygulama dozları

önerilmişken, *Bti*, suş AM65-52 (200 ITU/mg), GR, formülasyonu için 5,000–20,000 g/ha ve 500–2000 mg/m^2 miktarında uygulama dozu belirlenmiştir.

2.4. Ergin öldürücüler

Ergin sivrisinek populasyonlarının kontrolü larva populasyonlarının kontrolüne göre çok daha zordur ve yapılan uygulamalarda kullanılan insektisitler çoğunlukla sentetik kimyasallar olması nedeniyle çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yapabilir. Bu nedenle, kontrol çalışmalarında etkinliği yüksek, çevresel kalıcılığı az, biyolojik yükselmeye uğramayan insektisitler doğru zamanlamayla uygun dozlarda kullanılmalıdır. Geçmişte yoğun bir şekilde kullanılmış olan pek çok insektisit, yıkım düzeyinde çevresel etkilerinin olması ve sivrisineklerin geliştirdiği insektisit direnci nedeniyle günümüzde kullanılmamaktadır. Sivrisinek ergin populasyonlarının sentetik kimyasallar kullanılarak kontrolünde temel olarak iki yöntem uygulanmaktadır. Bunlardan ilki, belirli bir süre etkinlik kalıcığı olan insektisitler ile yüzey uygulamalarıdır ve genellikle insan yaşam alanlarında içmekan yüzeylerine uygulama yapılır. İkincisi ise dış alan uygulamalarıdır ve aktif dönemde olan sivrisineklerin uçuş hareketliliği süresince hedef alınması ya da dış ortamlarda dinlenme (bariyer spreyleme) halinde olan erginlerin hedef alınması şeklinde yapılan uygulamalardır. Bu uygulamalar soğuk sisleme, sıcak sisleme ya da sıvı spreyleme ekipmanlarıyla yapılır. Günümüzde bu şekilde sürdürülen ergin kontrol çalışmalarında ağırlıklı olarak sentetik pretroidler kullanılmaktadır. DSÖ tarfından ergin sivrisineklerin kontrolünde kullanılması önerilen insektisitler Deltamethrin UL, Deltamethrin EW, Lambda-cyhalothrin EC, Permethrin EW, d-d, trans-cyphenothrin EC, Malathion WP, Fenitrothion WP, Pirimiphos-methyl WP, EC, Pirimiphos-methyl CS, Bendiocarb WP, WP-SB, Propoxur WP, Alpha-cypermethrin WP, SC, Alpha-cypermethrin WG-SB, Bifenthrin WP, Cyfluthrin WP, Etofenprox WP, Lambda-cyhalothrin WP, CS olmakla birlikte, kontrol çalışmalarının yapılacağı zoocoğrafik bölgeye göre en uygun olan insektisitler belirlenmelidir. İnsektisit seçiminde temel belirleyiciler, hedef sivrisinek türünün kullanılacak insektisite karşı bir direnç geliştirmiş olup olmadığı ve kullanılacak insektisitin çevresel etkilerinin nasıl olacağının önceden analiz edilmesidir.

Erginler ile mücadelede yeni yöntemlerden biri, çekici ve toksik tuzaklar (attractive toxic sugar baits) olup karbonhidrat ihtiyacını gidermek üzere bitkilere konan sivrisinekleri enfekte ederek öldürmeyi amaçlayan bir

yöntemdir. İnsektisit direncine alternatif olabileceği düşünülen bu yöntem üzerine günümüzde testler yapılmaya devam edilmektedir. Doğadaki erginler hedef alınıyor olsa da ev içinde kulanıldığında da oldukça efektif sonuçlar alınmıştır (86). Erginlerdeki öldürücülüğü, suya düşen erginlerin larvaları enfekte etmesi yolu ile de mücadelede kullanılabileceği, hedeflenmeyen böceklere olacak öldürücü ektisi gibi sonuçlar üzerine deneyler yapılmaya devam edilmektedir (35).

2.4.1. Kalıcı insektisit uygulamaları

Kalıcı insektisitler ile yürütülen ergin populasyonu kontrol çalışmaları özelliklede iç mekanlarda beslenme eğilimli (endofajik) ya da iç mekanlarda gonotrofik döngüsünü tamamlayan (endofilik) türler için çok önemlidir. Özellikle de sıtma vektörü birçok sivrisinek türü bu davranış özelliklerine sahiptir. DSÖ tarafından kalıcı insektisit uygulamaları için predroid grubundan Alpha-cypermethrin WP, SC, Alpha-cypermethrin WG-SB, Bifenthrin WP, Cyfluthrin WP, Deltamethrin SC-PE Deltamethrin WP, WG, WG-SB, Etofenprox WP PY, Lambda-cyhalothrin WP, CS formülasyonları 0.02-0.05 g a.i./m^2 dozlarında kullanımları önerilmektedir. Temas etkili olan bu insaktisitler ile 3-6 yıl arasında değişen insektisit etkinlik kalıcılığı sağlanabilmektedir.

2.4.2. Soğuk sisleme (ULV-Coldfog) ve Sıcak Sisleme (TF-Termal fog) uygulamaları

Soğuk sislemede sis oluşumu ile ortama yayılımı yapılacak insektisit için bir ısıtma yapılmaz. Bu uygulamada sıvı insektisit karışımı soğuk sis olarak atmosfere salınır. Soğuk sisleme ya da spreyleme sadece uçuş halindeki sivrisineklerin hedef alındığı insektisit uygulamasıdır ve bu nedenle günün sadece uygun olan belirli saat dilimlerinde uygulanabilmektedir. Araç üzerine monte edilen uygulama ekipmanları olabildiği gibi elde taşınan ve bir personel tarafından kullanılan ekipmanlar da vardır. Bu sistemlerde kullanılan insektisitin hedef sivrisineklere teması ile öldürme gerçekleştiğinden sisleme aygıtlarının atmosfere gönderdiği insektisit zerrecik boyutları önemlidir. Genel olarak 20 μm çapından küçük zerrecikler etkili olmaktadır (18). Sıcak sisleme sisteminde ise sis ısıtılarak oluşur ve bu işlem, ekipmanda ayrı bir üniteyle sağlanır. Isıtma işleminde yaygın olarak gaz (propan) ya da elektrik kullanılır. Elektrikli ısıtma sistemiyle çalışan ekipmanlar doğal olarak ancak elektriğin sağlanabildiği ortamlarda kullanılabilirken, gaz ile çalışan sistemler mobil olarak istenilen her yerde kullanılabilmektedir. Her iki sistem çoğunlukla açık alan

uygulamalarında kullanılsa da, kapalı alanlarda da kullanılabilirler. DSÖ, sivrisinekler için iç mekan alanlarında soğuk sislemede Deltamethrin UL için 0,5, Permethrin EW için 0.5 g ve d-d, trans-cyphenothrin EC için 0,01-0,02 AI/ 1000 m^3, sıcak sisleme için ise Deltamethrin UL, EW için 0,5, Permethrin EW için 0,7, d-d, trans-cyphenothrin EC için 0,02 AI/ 1000 m^3 olacak şekilde uygulamanın yapılacağını önermektedir. Açıkalan soğuk ya da sıcak sisleme uygulamalarında, Deltamethrin UL (0.5 – 1.0 g AI/ha), Lambda-cyhalothrin EC (1 - 2 g AI/ha), Malathion EW (112-600 g AI/ha) and ve d-d, trans-cyphenothrin EC (3.5 - 4.00 g AI/ha) insektisitleri kullanılmaktadır. Sivrisinek erginlerinin kontrolünde kullanılan bu teknikler için, uygulama alanının uygulama zamanındaki iklimsel koşulları ve vejetasyon yapısı oldukça etkilidir. Genellikle bitki topluluk oranı yüksek alanlarda yapılan bu uygulamalarda sivrisinek mortalite oranı düşmektedir.

2.4.5. Steril böcek tekniği

Sivrisineklerle mücadelede kullanılan yeni uygulamalardan biri de steril böcek tekniğidir. Prensip, steril erkek bireylerin üretilip doğaya salınması ve üreme potansiyelini düşürerek populasyon büyüklüğünü azaltmaktır. Bu amaçla erkek bireyler, kemosterilizasyon, pupa evresinde radyasyona maruz bırakma, genetik modifikasyon (sperm üretimi ile ilgili genlerin işlevsiz hale getirilmesi) ve *Wolbachia* gibi mikrobiyolojik yöntemler yardımıyla steril hale getirilebilir (71). Bunun yanı sıra *Aedes aegypti*'nin OX513A suşunda olduğu gibi dominant letal genleri taşıyan sivrisineklerin salınımı gibi yöntemler, oldukça ümit vadetmekle beraber, milyonlarca kişinin yaşadığı şehirlerde kullanılabilirliğinin arttırılması için çalışmaların sürdürülmesi gerekmektedir (90). İlk olarak pupa evresinde sineklerin eşeylerine ayrılıp radyasyon ile muamele edilerek doğaya salınması yöntemi uygulanmış, burada karşılaşılan sorun araya karışan az sayıda dişinin de salınımı olmuştur. *Wolbachia pipientis*, *Culex pipiens* s.l. türünde doğada sıklıkla bulunan bir bakteri türü olup, *Aedes albopictus* türü bireyleri enfekte edilip doğaya salındığında, Amerika Birleşik Devletleri'nde tek seferde ergin yoğunluğunun %60 azalmasını sağlamıştır (70). Buna ek olarak *Wolbachia*'nın diğer bir suşu (*w*Mel) ile yapılan bir çalışmada, bakterinin varlığı *Aedes aegypti* türünde "Dengue", "Chikungunya" ve "Zika" gibi virüslerin sivrisineğin içinde çoğalmasını engelleyerek, bulaşma riskini anlamlı şekilde azalttığı görülmüştür (90). Radyasyon ile steril hale getirilen *Aedes albopictus* bireylerinde *w*Mel suşu uygulamaları yapılmış, radyasyona maruz kalmış erkeklerin yanı sıra istenmeden doğaya salınan

dişilerin, doğadaki bireyleri *w*Mel ile enfekte etmesi sağlanmıştır (119). Bu tip çalışmalar, steril böcek tekniğinin sivrisineklerle mücadelede gelecek vaad eden bir yöntem olduğunu göstermektedir.

3. İNSEKTİSİTLERE HASSASİYETLERİ

Sivirisinekler ve diğer vektör böceklerin kontrol çalışmalarında kullanılmak üzere 1940'larda başlayan modern sentetik insektisitlerin (organoklorlu, organofosforlu, karbamatlı ve piretroid) üretimiyle, insektisit kullanımı 1960 ve 1970'li yıllarda hızla artmıştır. Özellikle de, zamansal, mekânsal ve miktar açısından uygun olmayan şekillerde insektisitlerin yıllarca yaygın ve yoğun kullanımı, günümüzde zararlı böceklerin mücadelesinde en ciddi sorunlardan biri olarak kabul edilen böceklerde, insektisitlere karşı direnç gelişimine neden olmuştur. İnsektisit direnci, böcek populasyonlarında oluşan rastgele mutasyonlara bağlı olarak kazandıkları özelliklerle, az sayıdaki bireyin öldürücü insektisit dozlarına rağmen sağ kalmasını sağlayan öncü bir adaptasyon olarak da tanımlanmaktadır (66). Günümüzde 100'den fazla sivrisinek türünde bir ya da daha fazla insektisite karşı direnç gelişimini belirlenmiştir ve yapılan çalışmalarla bu sayı devamlı olarak artmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar 50'den fazlası sıtma vektörü olmak üzere 500'den fazla böcek türünde uygulanan insektisitlere karşı direnç gelişimi göstermiştir (37, 39, 51, 101, 103). Sivrisinek türlerinde hızla yayılan insektisit direnci, direnci sağlayan mekanizmaların ortaya çıkarılması kapsamında da birçok çalışmanın yapılmasına neden olmuştur. Bu çalışmalar sonucunda, davranışsal, fiziksel, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeydeki farklılaşmaların bir sonucu olarak insektisit direncinin ortaya çıktığı ve kutikuladan penetrasyonun azaltılması, esterazlar, monooksijenazlar ve Glutatyon-S-transferazlar (GST) gibi enzimlerle metabolik detoksifikasyonun artırılması ya da mutasyonlarla hedef bölge duyarsızlığını içeren bir kaç mekanizma yoluyla sağlandığı anlaşılmıştır. Sivrisinek populasyonlarında temel olarak insektisitlere karşı direnç gelişimini sağlayan üç mekanizma yaygın olarak bilinmektedir: 1) İnsektisitin vücut içerisine girişinin azaltılması (kutiküler direnç), 2) Esteraz, karışık oksidazlar, glutatyon S-transferaz (GST) gibi enzimler ile insektisit metabolizasyonunun hızlandırılarak detoksifikasyonun sağlanması, 3) İnsektisit hedef bölgesinin duyarlılığının değiştirilmesini sağlayan mekanizmalardır (75). İnsektisit direncinde sıklıkla karşılaşılan bu üç temel mekanizma da genetik-biyokimyasal temelde işlemektedir ve pek çok direnç durumunda birbirleriyle bağlantılı olarak bir mekanizmanın diğer mekanizmayı indüklediği ana bir

mekanizmasının paralelinde çoklu direnç olarak bilinen durumun oluştuğu görülmektedir (55). Genetik-biyokimyasal temelde işleyen insektisit direnç mekanizmalarından hedef bölge mekanizmalarıyla, detoksifikasyon mekanizmaları çok önemlidir. Hedef bölge duyarsızlığı kapsamında ortaya çıkan insektisit direnci, insektisitlerin canlıdaki ana hedef bölgelerinde bu bileşiklere karşı afinitenin düşürülmesi durumunu içine alan sinir sistemindeki düzenlemelerle sağlanır ve insektisitlerin organizmadaki hedef bölgelerine bağlanması engellenmektedir. Yapısal genlerindeki değişimsiz mutasyonlar hedef bölge direnç mekanizmasıyla insektisit direncinin oluşmasını sağlayan en önemli etkendir. Bu kapsamda insektisit direncini sağlayan asetilkolinesteraz değişimi ve DDT ve piretroidlere karşı nöron duyarlılığınında azalma (Sodyum kanalları) olmak üzere iki hedef bölge mekanizması önemlidir. Asetilkolinesteraz (AChE), organofosfatlar ve karbamatların en yaygın hedefidir. Sivrisineklerdeki *Ace–1* geni sinir sistemindeki AChE'i kodlamaktadır (111). *Ace–1* genindeki *Ace–1R* ya da $Ace–1^R$ mutasyonu olarak adlandırılan tek bir nokta mutasyonu bu direnç mekanizmasını meydana getirmektedir. Bu mutasyon (G119S mutasyonu) ile AChE'nin 119. aminoasit pozisyonda Glisin'in Serin'e dönüşümü (G119S, GGT→ AGC) gerçekleşmekte ve karbamat ve organofosfat grubu insektisitlere çapraz direnç oluşumuna sebep olmaktadır (1, 112). Piretroidler ve DDT'nin sinir sisteminin voltaj duyarlı sodyum kanallarının (Vgsc) fonksiyonunu değiştirerek etkilerini gösterdikleri bilinmektedir (17, 80, 96). Vgsc, membranın lipid tabakasında, her biri 6 transmembran helikal segment içeren 4 homolog proteinden oluşan transmembran protein kompleksidir (102, 110). DDT ve piretroid grubu insektisitler kanalın kapılama kinetiklerini değiştirerek inaktivasyonun yavaşlamasına ve dolayısı ile memran depolarizasyonu ile ilişkili olan sodyum akışının devam ettirilmesine sebep olmaktadırlar. Bu da aksiyon potansiyelinin kontrol edilememesine, kontrolsüz patlamalara ve ölüme sebep olmaktadır (52). Dolayısıyla bazı insektisitler için hedef bir bölge olan Vgsc'deki değişimler insektisit direncini sağlayabilmektedir. DDT ve piretroid grubu insektisitlere karşı gelişen bu çapraz direncin temelinde, bu insektisitlerin hedef bölgesi olan Vgsc geninin ürünü olan kanal proteininin aminoasit dizisinde değişimlere neden olan mutasyonlar bulunmaktadır (75, 100, 115). Bu şekilde ortaya çıkan direnç ilk Knock-down direnci (*Kdr*) olarak adlandırılmıştır ve pek çok böcek türünde de bu direncin mevcut olduğu gösterilmiştir (100, 104). Bu mekanizmanın metabolik dirence eşlik ettiği ve diğer mekanizmalarla birlikte yüksek direnç oluşumuna katkı sağladığı düşünülmektedir. Dirençli bireylerde sodyum kanalının 2. domaininin 6.

segmentinde 1014. pozisyondaki Lösin aminoasidinin Fenilalanine (L1014F) veya yine 1012. pozisyondaki Lösin aminoasidinin Serine (L1014S) dönüşmesini sağlayan *kdr* nokta mutasyonu insektisitlerin hedef bölgelerine bağlanamamasını sağlayarak, organizmanın hayatta kalmasını sağlar (52, 110). Afrotropical bölgenin önemli sıtma vektörü *Anopheles gambiae* s.s.'da voltaj kapılı sodyum kanal geninde iki nokta mutasyonuyla DDT ve pretroid insektisitlere karşı *kdr* direnci gösterilmiştir (25). Birçok *Anopheles* türünün malathion'a karşı dirençli olduğu, direncin temelinde yatan mekanizmanın ise P450 monooksijenaz, GST ve Karboksilesteraz aktivite artışı olduğu bulunmuştur (85). Dolayısıyla, belirli bir bölgedeki hedef türlerde farklı mekanizmaların birlikte çalıştığı ve türler arasında direncin mekanizması açısından farklılıklar olabileceği gösterilmiştir. Detoksifikasyon ya da metabolik direnç mekanizmasında insektisitleri hedef bölgelerine ulaşmadan metabolize eden ya da ayıran enzimler önemli rol almaktadır. İnsektisitlerin hedef bölgeye ulaşmadan parçalanması esasına dayanan bu mekanizmada insektisitlerin ya metabolizasyon hızlarının arttılması, ya da daha az toksik olan öncü bileşiklere dönüştürülmesi gözlenir. İnsektisit metabolizasyonunun arttırılması da; ya farklı enzim formlarının bulunuşu ya da duyarlı bireylerde az bulunan enzim miktarının attırılması şeklinde olur (51). Ana ksenobiyotik metabolizmanın enzimlerini kodlayan genlerin aşırı ekspresyonu sivrisineklerdeki insektisit direncinin en yaygın sebebidir. Organoklorlu, organofosfatlı, karbamat ve piretroid grubu insektisitlere karşı metabolik olarak dirençten sorumlu 3 ana enzim grubu bulunmaktadır. Bunlar; Esterazlar, GST'ler ve Monooksijenaz'lardır (51).

Ülkemizde sivrisinek kontrolü için insektisit kullanımı 1940'li yılların sonuna doğru DDT ile başlamış ancak 1959 yılına kadar dirençle ilgili bir çalışma yapılmamıştır. Zulueta (120), tarafından yapılan çalışmalarda Çukurova bölgesi için yaygın oranda DDT direnci rapor edilmiş ve bu durum Gökberk (43) tarafından yapılan çalışmalarla teyit edilmiştir. Sonraki yıllarda, *An. sacharovi* populasyonlarında organoklorlu, organofosfatlı, karbamatlı ve bazı sentetik pretroidlere karşı direncin var olduğunu belirtmiştir (87). DSÖ tarafından Adana ve İçel bölgesi sivrisinek populasyonlarıyla 1979 yılında yapılan direnç testlerinde temephos'a karşı bir direnç gelişimi rapor edilmemiştir. 1980'li yılların ortalarında malathionun yerini primiphos metil almıştır. 1986 yılında DSÖ tarafından yayınlanan raporda Çukurova bölgesi *An. sacharovi* örneklerinin organoklorlu, organofosfatlı, karbamatlı ve sentetik pretroit grubu

insektisitlere dahi direnç geliştirdiği belirtilmiştir. *Culex pipiens* s.s. ve *Cx. pipiens var. molestus*'ta ise DDT direncinin varlığı bildirilmiş ancak diğer insektisit gruplarına karşı herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Malathion'un yerine primiphos metil ve ardından bendiocarb'ın sıtma endemik bölgede yaygın olarak kullanımı mücadelede etkin sonuçlar verse de 1999 yılında dieldrin ve primiphos metil'e karşı direnç malathion'a karşı hassasiyet rapor edilmiştir (64). Adana bölgesinden toplanan *An. sacharovi* örneklerinde pyrethroid direncinden sorumlu olarak bilinen *Kdr* mutasyonu 1998 yılında yapılan çalışmada saptanmıştır (68). Tuzla (Adana) ve Aşağıkulak (Tarsus-Mersin) bölgelerinden 1997 yılında toplanan *An. sacharovi*, *Culex tritaeniorhychus* ve *Aedes caspius* örnekleri ile denemeler gerçekleştirilmiş ve bu denemelerde 4 gruptan 11 farklı insektisite (DDT, dieldrin, malathion, fenitrothion, bendiocarb, propoxur, deltamethrin, permethrin, cyfluthrin, etofenprox, lambda cyhalothrin) karşı tanımlayıcı dozlarla deneme yapılmıştır. Denemeler sonucunda *An. sacharovi*'nin malathion hariç denenen tüm insektisitlere dirençli olduğu görülmüştür. *Cx. tritaeniorhyncus*'un 1 saatlik vertikal tüp pozisyonu denemelerinde malathion hariç direnç gösterdiği, 2 saatlik horizontal ve vertikal tüp pozisyonu denemelerinde yüzde yüz ölüm elde edildiği belirlenmiştir. *Aedes caspius*'la yapılan denemeler DDT, dieldrin, bendiocarb, propoxur, deltamethrin, permethrin'e karşı denenen her iki tüp pozisyonu ve süresi için ciddi oranda direncin varlığını göstermiştir (64). Adana'da *An. sacharovi* ve *Cx. pipiens* s.l.'te yaygın olarak görülen organofosfat direncinin kökeni olabileceği düşünülen yüksek oranda üretilen esteraz enzimi alelleri aranmış, *An. sacharovi*'de üretim fazlalığına neden olan alel tipleri bulunamasa da *Cx. pipiens* s.l.'te üretim fazlalığına neden olan A2 ve B2 alellerine rastlanılmıştır. Bu durum *Cx. pipiens* s.l.'te organofosfat direncinin bundan kaynaklanabileceği sonucunu ortaya koymuştur (67). Kasap vd., (62) *An. sacharovi* türünün Adana populasyonunun sadece malathion ve primiphos metil'e hassas olduğu, Adıyaman populasyonunun malathion, primiphos metil, lambda cyhalothrin ve etofenprox'a hassas olduğunu, Antalya populasyonunun malathion, primiphos methyl ve %2'lik etofenprox'a hassas olduğunu, Aydın populasyonun dieldrin, malathion, primiphos methyl, fenitrothion, lambda cyhalothrin ve etofenprox'a hassas olduğu belirlemiş diğer insektisitlere karşı çeşitli oranlarda dirençli olduğunu göstermişlerdir. Lüleyap vd., (68), *Kdr* mutasyonunu araştırmak üzere yaptıkları çalışmada 12 etofenprox dirençli bireyden 4 tanesinin *An. gambiae*'deki *Kdr* aleline analog bant oluşturduğunu ve bunlarda var olan aminoasit değişiminin serin, lösin ve fenil alanin olduğunu göstermişlerdir.

Trakya Bölgesi'sinde yapılan araştırmada *An. maculipennis* kompleksi türleri ve *Cx. pipiens* s.l. türü ile hem klasik bioassay yöntemi hem de biyokimyasal olarak direnç analiz edilmiştir. *Culex pipiens* s.l. ile yapılan denemeler neticesinde larvisit olarak hem temephos'un hemde malathion'un efektif olarak kullanılabileceği görülmüştür. Ergin denemeleri DDT direncinin hala var olduğunu, malathion'a hassasiyet olduğunu ve permethrin ve deltamethrin'e çeşitli oranlarda direncin var olduğunu göstermiştir (2). Son dönemde yaygın olarak kullanılan pretroid grubu insektisitlere ise diğer çalışmalarda olduğu gibi çeşitli oranlarda direncin bulunduğu gösterilmiştir. Direncin doğasını anlamak için yapılan biyokimyasal denemeler *An. maculipennis* kompleksi türleri ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Trakya Bölgesi'nde direnci oluşturan ana etmenin genel esterazlardan ve GST'lardan kaynaklandığını göstermiştir. Asetilkolinesterazlarla yapılan denemelerde propoxur kullanılmış ve değişmiş ve/veya duyarsızlaşmış asetilkolinesteraz profilinin populasyonlarda yoğun olduğunu göstermiştir. *Cx. pipiens* s.l.'in 7 populasyonuyla (Birecik, Viranşehir, Hatay, Mersin, Çankırı, Ankara, Antalya) yapılan çalışmada, 4 farklı larvisit ve 4 farklı adultisite karşı direnç durumu araştırılmış ve temephos ve fenthion'a karşı çeşitli derecelerde direncin varlığını saptanmıştır. Ergin testlerinde, denenen 4 farklı insektisite (DDT, Permethrin, Deltamethrin, Malathion) karşı da Birecik, Viranşehir, Hatay, Ankara ve Antalya soylarında çeşitli oranlarda direncin varlığını göstermişlerdir. Ayrıca DDT kullanımı 30 yılı aşkın süredir yasak olmasına rağmen direncin hala korunduğu ve yüksek oranda DDT direnci olduğunu belirlemişlerdir (4).

4. ENTOMOLOJİK GÖZLEM VE SÜRVEYANS

Sivrisinek populasyonlarının ve sivrisineklerin vektörlüğünü yaptığı hastalıkların kontrol çalışmalarındaki başarısızlıkların en temel nedeni bilimsel veriler temel alınmayarak planlanan ve sürdürülen kontrol çalışmalarıdır. Başarılı bir kontrol çalışmasının yapılabilmesi öncelikli olarak hedef sivrisinek populasyonları ile ilgili biyolojik, ekolojik ve davranışsal özelliklerin entomolojik gözlem ve sürveyans çalışmalarıyla sağlanması, elde edilen bu verilere göre kontrol çalışmalarının planlanması ve kontrol çalışmaları sürdürülürken ulaşılan sonuçların da entomolojik gözlem ve sürveyans çalışmalarıyla değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylece kontrol çalışmaları altında yapılan uygulamaların başarı düzeyi ölçülebilecektir. Belirli bir zoocoğrafik bölgede sürdürülecek olan sivrisinek kontrol çalışmasında öncelikle hedef türlerin belirlenmesi gereklidir. Çünkü

çok sayıda tür bölgede mevcut olsa bile rahatsızlık oluşturan veya vektör olan ve hastalık yayılımını sağlayan hedef sivrisinek tür sayısı çok azdır. Ayrıca, hedef türler, kontrolü planlanan hastalık çeşidine göre değişecektir. Örneğin sıtma kontrol çalışması planlanıyorsa hedef türler *Anopheles* türleri olacaktır. Hedef türlerin belirlenmesi için bölge içerisinde kırsal ve kentsel alanlarda larva ve ergin toplama ve yakalamalarıyla elde edilen örneklerin klasik ve modern sistematik yöntemlerle tür tespitleri yapılmalıdır. Tür tespiti yapıldıktan sonra mevcut hedef türler için bölgedeki potansiyel üreme habitatları belirlenmeli ve dijital olarak bölge haritası üzerinde kontrol edilerek analiz edilmelidir. Kalıcı, kısa dönemli, mevsimlik, insan kaynaklı, doğal üreme habitatı gibi kategorilere ayrılan üreme habitatları, alansal bilgileriyle birlikte coğrafik bilgi sistemleri kullanılarak kayıt altına alınmalıdır. Ayrıca belirlenen üreme habitatlarının hedef sivrisinek populasyonlarının büyüklüğüne olan katkı oranı hesaplanmalı ve habitatlar katkı büyüklüğüne göre kategorize edilmelidir. Ergin populasyonları için de benzer şekilde bölge içerisinde kapsamlı alansal çalışmalarla hedef türlerin endofilik, endofagik, ekzofilik-endofagik, endofagik-ekzofilik, nokturnal, diurnal, crepuskular, univoltin, multivoltin, zoofilik, anthropofilik, zooanthropofilik gibi davranış özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu tespitlerin yapılabilmesi için de hayvan tuzağı, insan tuzağı, ışık ya da karbondioksit tuzakları, ağız aspiratörleri gibi yöntemler kullanılılarak örnekleme yapılmalı ve elde edilen örnekler laboratuvar ortamında analiz edilmelidir. Örneğin, yeni kan emmiş dişilerin biyokimyasal ya da moleküler yöntemlerle emdikleri kanın kaynağının belirlenmesi mümkündür. Böylece, örneklenen türün hangi canlı grubundan kan emme eğiliminde olduğu ve vektörlük potansiyelinin olup olmadığı ya da vektör olabilecekse vektörlük yapabilme kapasitesi anlaşılabilmektedir. Ergin ve larva populasyonlarıyla ilgili verilerin toplanmasından sonra kontrol çalışmalarının yapılacağı bölge için planlama aşamasına geçilmelidir. Bu aşamada da kontrol çalışmalarında kimyasal ya da biyolojik hangi insektisitlerin kullanımının daha etkili olacağının belirlenmesi gerekmektedir. İnsektisit seçimi için çevresel etlileri, maliyeti ve uygulanabilirliğinin yanı sıra hedef türlerin insektisit direnci ya da duyarlılığının saptanması da önemlidir. Hedef türlerin duyarlılık düzeyinin belirlenmesi için laboratuvar kolonileri oluşturulmalı ve DSÖ tarafından standardize edilmiş olan insektisit duyarlılık testleri hem larva populasyonları hem de ergin populasyonları ile yapılmalıdır. İnsektisit çeşitlerinin belirlenmesiyle başlatılan kontrol programı önceside, program süresince ve program sonrasında larva ve ergin populasyon yoğunlukları

izlenmeli ve uygulamaların başarısı azalan populasyon yoğunluklarına göre değerlendirilmelidir. Vektör populasyonları ve kontrolü kapsamında bu çalışmalara paralel olarak sürveyans çalışmaları da yapılmalıdır. Sürveyans çalışmalarında sivrisineklerin vektörlüğüyle ortayan çıkan hastalık oluşumları düzenli olarak kaydedilmeli ve populasyon düzeyinde analiz edilerek insidens, prevalens değerleri takip edilmelidir. Vektör populasyonları için elde edilen sonuçlar ile sürveyans çalışmalarından elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilmeli ve yapılan tüm çalışmaların başarı düzeyi izlenmelidir.

5. KAYNAKLAR

1. Ahoua Alou, L.P., Koffi, A.A., Adja, M.A., Tia, E., Kouassi, K.P., Kone, M., Chandre, F. Distribution of ace – 1R and resistance to carbamates and organophosphates in Anopheles gambiae s.s. populations from Cote d'Ivoire. Malaria Journal. 2010. 9:167.
2. Akıner, M.M., Çaglar, S.S., Şimsek, F.M. Yearly changes of insecticide susceptiblity and possible insecticide resistance mechanisms of Anopheles maculipennis Meigen (Diptera: Culicidae) in Turkey", Acta Tropica. 2013. 126, 280-285.
3. Akiner, M.M., Demirci, B., Babuadze, G., Robert, V., Schaffner, F. Spread of the Invasive Mosquitoes Aedes aegypti and Aedes albopictus in the Black Sea Region Increases Risk of Chikungunya, Dengue, and Zika Outbreaks in Europe. PLoS Negl. Trop. Dis. 2016. 10, e0004664. doi:10.1371/journal.pntd.0004664
4. Akıner, M.M., Şimşek, F.M., Çağlar, S.S. Insecticide resistance of Culex pipiens (Diptera: Culicidae) in Turkey, Journal Pesticide Science. 2009. 34 (4), 259-264.
5. Aldemir, A., Erdem, F., Demirci, B., Bedir, H., Koc, E. Species composition and seasonal dynamics of mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in Kars Plateau and six new records for Turkey, içinde: Proceedings of the 5th International Congress of Vector Ecology. 2009. s. 138.
6. Axtel, R.C. Principles of integreted pest management in relation to mosquito control. Mosquito News. 1979. 39, 709-718.
7. Avise, J.C. Phylogeography: the history and formation of species. Harvard University press. 2000.
8. Avise, J.C., Walker, D. Species realities and numbers in sexual vertebrates: perspectives from an asexually transmitted genome. Proc. Natl Acad. Sci. USA. 1999. 992–995.
9. Aytekin, S., Aytekin, A.M., Alten, B. Effect of different larval rearing temperatures on the productivity (Ro) and morphology of the malaria vector Anopheles superpictus Grassi (Diptera: Culicidae) using geometric morphometrics. J. vector Ecol. 2009. 34, 32–42. doi:10.1111/j.1948-7134.2009.00005.x
10. Azari-Hamidian, S., Harbach, R.E. Keys to the adult females and fourth-instar larvae of the mosquitoes of Iran (Diptera: Culicidae). Zootaxa. 2009. 33, 1–33.
11. Balenghien, T., Vazeille, M., Reiter, P., Schaffner, F., Zeller, H., Bicout, D.J. Evidence of laboratory vector competence of Culex modestus for West Nile virus. J. Am. Mosq. Control Assoc. 2007. 23, 233–236. doi:10.2987/8756-971X(2007)23[233:EOLVCO]2.0.CO;2
12. Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Dahl, C., Madon, M., Kaiser, A. Mosquitoes and Their Control, 2nd Editio. ed. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. 2010. doi:10.1007/978-3-540-92874-4
13. Benedict, M.Q. Methods in Anopheles Research. Atlanta USA. 2007. 288pp.
14. Benedict, M.Q. Arthropod Containment Guidelines. Vector Borne and Zoonotic Diseases. 2003. 3:63-98 Soper FL, Wilson DB (1943) Anopheles gambiae in Brazil: 1930-1940.
15. Benelli, G., Jeffries, C.L., and Walker, T. Biological Control of Mosquito Vectors: Past, Present, and Future. Insects. 2016. 7(4) 52 doi: 10.3390/insects7040052
16. Bisen, P.S. Laboratory Protocols in Applied Life Sciences. CRC Press Taylor & Francis Group. 2014. 4p.

17. Bloomquist, J.R. Neuroreceptor mechanisms in pyrethroid mode of action and resistance. In: Roe, M., Kuhr, R.J. (Eds.), Reviews in Pesticide Toxicology. Toxicology Communications, Raleigh, NC. 1993. pp. 181–226.
18. Bonds, J.A. Ultra-low-volume space sprays in mosquito control: a critical review. Medical and Veterinary Entomology. 2012. doi: 10.1111/j.1365-2915.2011.00992.x
19. Buchatsky, L.P. An iridovirus from larvae of Culiseta annulata and Culex territans. Acta Virol. 1977. 21, 85—86.
20. Carrieri, M., Masetti, A., Albieri, A., Maccagnani, B., Bellini, R. Larvicidal activity and influence of Bacillus thuringensis var. israelensis on Aedes albopictus oviposition in ovitraps during a two-week check interval protocol. J. Am. Mosq. Control Assoc. 2009. 25, 149–155. doi:10.1111/j.1151-2916.2001.tb00981.x
21. Chouin-Carneiro, T., Vega-Rua, A., Vazeille, M., Yebakima, A., Girod, R., Goindin, D., Dupont-Rouzeyrol, M., Lourenço-de-Oliveira, R., Failloux, A.B. Differential Susceptibilities of Aedes aegypti and Aedes albopictus from the Americas to Zika Virus. PLoS Negl. Trop. Dis. 2016. 10, 1–11. doi:10.1371/journal.pntd.0004543
22. Clements, A.N. The Physiology of Mosquitoes, 1st editio. ed. International Series of Monographs on Pure and Applied Biology: Zoology, Vol. 17. 1963.
23. Collins, J.N., Resh, V.H. Guidelines for the ecological control of mosquitoes in non-tidal wetlands of the San Francisco Bay Area, California Mosquito and Vector Control Association. 1989.
24. Conway, M.J., Colpitts, T.M., Fikrig, E. Role of the Vector in Arbovirus Transmission. Annu. Rev. 2014. Virol. 1, 71–88. doi:10.1146/annurev-virology-031413-085513
25. Dabire, R.K., Diabate, A., Baldet, T., Pare-Toe, L., Guiguemde, R.T., Ouedraogo, R.S., Skovmand, O. Personal protection of long lasting insecticide-treated nets in areas of *Anopheles gambiae* s.s. resistance to pyrethroids. 2006. Malaria Journal. 5:12 doi:10.1186/1475-2875-5-12
26. Danabalan, R., Ponsonby, D.J., Lintoni, Y.-M. A critical assessment of available molecular identification tools for determining the status of Culex pipiens s.l. in the United Kingdom. J. Am. Mosq. Control Assoc. 2012. 28, 68–74. doi:10.2987/8756-971x-28.0.68
27. Darsie, R.F., Samanidou-Voyadjoglou, A. Keys for the identification of the mosquitoes of Greece. J. Am. Mosq. Control Assoc. 1997. 13, 247–54.
28. Eisner T, Eisner M, Aneshansley DJ, WuC MJ. Chemical defense of the mint plant, *Teucrium marum* (Labiatae). Chemoecology. 2000. 10:211–216.
29. Eisner T. Catnip: its raison d'etre. Science. 1964. 146:1318–1320.
30. Ergunay, K., Gunay, F., Erisoz Kasap, O., Oter, K., Gargari, S., Karaoglu, T., Tezcan, S., Cabalar, M., Yildirim, Y., Emekdas, G., Alten, B., Ozkul, A. Serological, Molecular and Entomological Surveillance Demonstrates Widespread Circulation of West Nile Virus in Turkey. PLoS Negl. Trop. Dis. 2014. 8, 1–10. doi:10.1371/journal.pntd.0003028
31. Ergunay, K., Gunay, F., Oter, K., Kasap, O.E., Orsten, S., Akkutay, A.Z., Erdem, H., Ozkul, A., Alten, B. Arboviral Surveillance of Field-Collected Mosquitoes Reveals Circulation of West Nile Virus Lineage 1 Strains in Eastern Thrace, Turkey. Vector-Borne Zoonotic Dis. 2013. 13, 744–752. doi:10.1089/vbz.2012.1288
32. Ergunay, K., Sayiner, A.A., Litzba, N., Lederer, S., Charrel, R., Kreher, P., Us, D., Niedrig, M., Ozkul, A., Hascelik, G. Multicentre evaluation of central nervous

system infections due to Flavi and Phleboviruses in Turkey. J. Infect. 2012. 65, 343–349. doi:10.1016/j.jinf.2012.05.010

33. Ergunay, K., Whitehouse, C.A., Ozkul, A. Current status of human arboviral diseases in Turkey. Vector Borne Zoonotic Dis. 2011. 11, 731–741. doi:10.1089/vbz.2010.0162
34. Estrada, J.G., and Mulla, S. Evaluation of two new insect growth regulators against mosquitoes in the laboratory. 1986. J. Am. Mosq. Cont. Assoc. 2, 57-60.
35. Fiorenzano, J.M., Koehler, P.G., Xue, R. De. Attractive toxic sugar bait (ATSB) for control of mosquitoes and its impact on non-target organisms: A review. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2017. 14. doi:10.3390/ijerph14040398
36. Flores, F.S., Diaz, L.A., Batallán, G.P., Almirón, W.R., Contigiani, M.S. Vertical Transmission of St. Louis Encephalitis Virus in Culex quinquefasciatus (Diptera: Culicidae) in Córdoba, Argentina. Vector-Borne Zoonotic Dis. 2010. 10, 999–1002. doi:10.1089/vbz.2009.0136
37. Forgash, A. History, evolution, and consequences of insecticide resistance. Pesticide Biochemistry and Physiology. 1984. 22,178-186.
38. Gaffigan, T., Pecor, J. Collecting , Rearing , Mounting and Shipping Mosquitoes,[WWWDocument].WRBUURL,http://www.wrbu.org/about/techniques.html. 1997.
39. Georghiou, G.P., Lagunes-Tejeda, A. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods . An index of cases reported through 1980. Rome: Food and Agricultural Organization of The United Nations. 1991.
40. Gimnig, J.E., Vulule, J.U., Lo, T.G., Kamau, L., Kolczak, M.S., Phıllips, H., Mathenge, E.M, Kuıle, F.O., Nahlen, B., Hıghtower, A.W., and Hawley, W.A. Impact of permethrın-treated bed nets on entomologıc ındıces ın an area of ıntense year-round malarıa transmıssıon. 2003. Am. J. Trop. Med. Hyg., 68(suppl 4), 16–22.
41. Glick, J.I. Illustrated southwestern key to the female anopheles of asia and egypt (DIPTERA◉: Culicidae). Mosq. Syst. 1992. 24, 125–153.
42. Goddard, L.B., Roth, A.E., Reisen, W.K., Scott, T.W. Vertical transmission of West Nile Virus by three California Culex (Diptera: Culicidae) species. J. Med. Entomol. 2003. 40, 743–6.
43. Gökberk, C. Increase in incidence of malaria cases in Adana region Turkey on the resistance of vector An. sacharovi. Rivista Malariologia. 1959. 38, 197-211.
44. Grimaldi, D., Engel, M.S. Evolution of the Insects, Cambridge University Press. 2005.
45. Günay, F. Türkiye Sivrisinek Faunası Üzerine DNA Barkodlama Yöntemiyle Moleküler Analizler. Hacettepe Üniversitesi. 2015. 144 pp.
46. Gunay, F., Alten, B., Ozsoy, E.D. Estimating reaction norms for predictive population parameters , age specific mortality , and mean longevity in temperature-dependent cohorts of Culex quinquefasciatus Say (Diptera◉: Culicidae). 2010. 35, 1–9.
47. Harbach, R.E. Mosquito Taxonomic Inventory [WWW Document]. http://mosquito-taxonomic-inventory.info/valid-species-list. 2017.
48. Hayes, C.G., Baker, R.H., Baqar, S., Ahmed, T. Genetic variation for West Nile virus susceptibility in Culex tritaeniorhynchus. Am. J. Trop. Med. Hyg. 1984. 33, 715–724.

49. Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L., deWaard, J.R. Biological identifications through DNA barcodes. Proc. Biol. Sci. 2003a. 270, 313–321. doi:10.1098/rspb.2002.2218
50. Hebert, P.D.N., Ratnasingham, S., deWaard, J.R. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. Proc. Biol. Sci. 270 Suppl, S96–S99. 2003b. doi:10.1098/rsbl.2003.0025
51. Hemingway, J., Ranson, H. Insectıcıde resıstance in insect vectors of human disease. Annu. Rev. Entomol. 2000. 45, 371–391.
52. Hemingway, J., Hawkes, N.J., McCarroll, L., Ranson, H. The molecular basis of insecticide resistance in mosquitoes. Insect Biochem. Mol. Biol, 2004. 34, 653–665.
53. Hertlein, M.B., Mavrotas, C., Jousseaume, C., Lysandrou, M., Thompson, G.D., Jany, W., Ritchie, S.A. A Review of Spinosad as a Natural Product for Larval Mosquito Control. 2010. J. Am. Mosq. Cont. Assoc. 2, 57-60. 26, 67-87.
54. Hubalek, Z., Savage, H.M., Halouzka, J., Juăicová, Z., Sanogo, Y.O., Lusk, S. West Nile Virus Investigations in South Moravia, Czechland. Viral Immunol. 2000. 13, 427–433. doi:10.1089/vim.2000.13.427
55. IBoL,. BOLDSYSTEMS Barcode of life data systems handbook. BOLD Systems v3. 2012.
56. Jameson, D., Gibson, A.P., Hudelot, C., Higgs, P.G. OGRe: A relational database for comparative analysis of mitochondrial genomes. Nucleic Acids Res. 2003. 31, 202–206. doi:10.1093/nar/gkg077
57. Jantan I, Zaki ZM. Development of environment-friendly insect repellents from the leaf oils of selected Malaysian plants. ASEAN Rev Biodivers Environ Conserv, May 1998
58. Jetten, T.H., Takken, W. Anophelism without malaria in Europe: a review of the ecology and distribution of the genus Anopheles in Europe. (Wageningen agricultural university press, Wageningen). 1994.
59. Juliano, S.A., Philip Lounibos, L. Ecology of invasive mosquitoes: Effects on resident species and on human health. Ecol. Lett. 2005. 8, 558–574. doi:10.1111/j.1461-0248.2005.00755.x
60. Kalaycioglu, H., Korukluoglu, G., Ozkul, A., Oncul, O., Tosun, S., Karabay, O., Gozalan, A., Uyar, Y. Emergence of West Nile virus infections in humans in Turkey , 2010 to 2011. Euro surveillance: European communicable disease bulletin. 2012. 1-6 p.
61. Kasap, H., Alptekin, D., Kasap, M., Güzel, A.I., Lüleyap, U. Artificial bloodfeeding of Anopheles sacharovi on a membrane apparatus. J. Am. Mosq. Control Assoc. 2003. 19, 367–370.
62. Kasap, H., Kasap, M., Alptekin, D., Lüleyap, Ü., Herath, P. R. J. Insecticide resistance in Anopheles sacharovi Favre in Southern Turkey, Bulletin of World Health Organization. 2000. 78, 687–692.
63. Kasap, H., Kasap, M., Demirhan, O., Alptekin, D. Development of Plasmodium vivax in Anopheles superpictus under experimental conditions. Am. J. Trop. Med. Hyg. 1987. 37, 241–245.
64. Kasap, H., Lüleyap, Ü., Alptekin, D., Kasap, M. Use of insecticides in Çukurova and development of resistance in mosquitoes. Acta Parasitologica Turcica. 1999. 23, 3, 267-272.
65. Kemenesi, G., Dallos, B., Oldal, M., Kutas, A., Földes, F., Németh, V., Reiter, P., Bakonyi, T., Bányai, K., Jakab, F. Putative novel lineage of West Nile virus in

Uranotaenia unguiculata mosquito, Hungary. VirusDisease. 2014. 25, 500–503. doi:10.1007/s13337-014-0234-8

66. Kuyucu, A.C. İnsektisit direncinin karasinek, Musca domestica L. (Diptera: Muscidae)'nın uyumsal özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Ankara. 2007.
67. Lüleyap, Ü., Alptekin, D., Kasap, H., Kasap, M. Sıtma vektörü Anopheles sacharovi ve Culex pipiens (Diptera: Culicidae) türlerinde organofosfat direncine bağlı over-produce esteraz alel tiplerinin elektroforetik yöntemle belirlenmesi," Turkish Journal of Biology. 2000. 24, 33-40.
68. Lüleyap, Ü., Alptekin, D., Kasap, H., Kasap, M. Detection of knockdown resistance mutations in Anopheles sacharovi (Diptera: Culicidae) and genetic distance with Anopheles gambiae (Diptera: Culicidae) using cDNA sequencing of the voltage-gated sodium channel gene. Journal of Medical Entomology. 2002. 39, 6, 870-874.
69. Lundström, J. Mosquito-Borne Viruses in Viruses in Western Europe: A Review. J. vector Ecol. J. Soc. 1999.
70. Mains, J.W., Brelsfoard, C.L., Rose, R.I., Dobson, S.L. Female Adult Aedes albopictus Suppression by Wolbachia-Infected Male Mosquitoes. Sci. Rep. 2016. 6, 33846. doi:10.1038/srep33846
71. Marquardt, W.C. Biology of disease vectors. Second Edition. 2005. 785 pp.
72. McIntosh, B. Mosquitoes as vectors in Southern Africa. 1975. 1-19 p.
73. Medici, A., Carrieri, M., Scholte, E., Maccagnani, B., Dindo, M.L., Bellini, R. Studies on Aedes albopictus Larval Mass-Rearing Optimization. Med. Entomol. 2011. 104, 266–273. doi:10.1603/EC10108
74. Medlock, J.M., Hansford, K.M., Versteirt, V., Cull, B., Kampen, H., Fontenille, D., Hendrickx, G., Zeller, H., Bortel, W. Van, Schaffner, F. An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. Bull. Entomol. Res. 2015. 1–27. doi:10.1017/S0007485315000103
75. Miyazaki, M., Ohyama, K., Dunlap, D.Y., Matsumura, F. Cloning and sequencing of the para-type sodium channel gene from susceptible and kdr-resistant German cockroaches (Blatella germanica) and house fly (Musca domestica). Mol Gen Genet. 1996. 252, 61–68.
76. Morchón, R., Carretón, E., González-Miguel, J., Mellado-Hernández, I. Heartworm Disease (Dirofilaria immitis) and Their Vectors in Europe - New Distribution Trends. Front. Physiol. 2012. 3, 196. doi:10.3389/fphys.2012.00196
77. Nevill, G.C., Some, E.S., Mung'ala, V.O., Mutemi, W., New, L., Marsh, K., Lengeler, C., Snow,R.W. Insecticide-treated bednets reduce mortality severe morbitidy from malaria among children on the Kenya coast. Tropical Medicine and International Health. 1996. 2, 139-146.
78. Obermayr, U., Ruther, J., Bernier, U., Rose, a., Geier, M. Laboratory Evaluation Techniques to Investigate the Spatial Potential of Repellents for Push and Pull Mosquito Control Systems. J. Med. Entomol. 2012. 49, 1387–1397. doi:10.1603/ME12084
79. Orshan, L., Bin, H., Schnur, H., Kaufman, a, Valinsky, a, Shulman, L., Weiss, L., Mendelson, E., Pener, H. Mosquito vectors of West Nile Fever in Israel. J. Med. Entomol. 2008. 45, 939–47.
80. Narahashi, T. Neuronal ion channels as the target sites of insecticides. Pharmacol Toxicol, 1996. 78, 1–14.

81. Oter, K., Gunay, F., Tuzer, E., Linton, Y., Bellini, R., Alten, B. First record of Stegomyia albopicta in Turkey determined by active ovitrap surveillance and DNA barcoding. Vector Borne Zoonotic Dis. 2013. 13, 753–61. doi:10.1089/vbz.2012.1093
82. Özbilgin, A., Topluoglu, S., Es, S., Islek, E., Mollahaliloglu, S., Erkoc, Y. Malaria in Turkey: Successful control and strategies for achieving elimination. Acta Trop. 2011. 120, 15–23. doi:10.1016/j.actatropica.2011.06.011
83. Pachler, K., Lebl, K., Berer, D., Rudolf, I., Hubalek, Z., Nowotny, N. Nile Virus Lineage in Uranotaenia unguiculata. 2014. 20, 2119–2122.
84. Paupy, C., Delatte, H., Bagny, L., Corbel, V., Fontinelle, D. Aedes albopictus , an arbovirus vector◎: From the darkness to the light. Microbes Infect. 2009. 11, 1177–1185. doi:10.1016/j.micinf.2009.05.005
85. Qin, Q., Li, Y., Zhong, D., Zhou, N., Chang, X., Li, C., Cui, L., Yan, G., Chen, X.G. Insecticide resistance of Anopheles sinensis and An. vagus in Hainan Island, a malariaendemic area of China. Parasites & Vectors, 2014. 7, 92-101.
86. Qualls, W.A., Müller, G.C., Traore, S.F., Traore, M.M., Arheart, K.L., Doumbia, S., Schlein, Y., Kravchenko, V.D., Xue, R.-D., Beier, J.C. Indoor use of attractive toxic sugar bait (ATSB) to effectively control malaria vectors in Mali, West Africa. Malar J. 2015. 14, 301. doi:10.1186/s12936-015-0819-8
87. Ramsdale, C.D., Haas, E. Some aspects of epidemiology of resurgent malaria in Turkey. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 1978. 72, 570–580. doi:10.1016/0035-9203(78)90005-6
88. Rauyajin, O., Kamthrornwachara, B., Yablo, P. Socio-cultural and behavioural aspects of mosquito-borne lymphatic filariasis in Thailand: A qualitative analysis. 1995. Social Science and Medicine. 41, 1705-1713.
89. Rezza, G., Nicoletti, L., Angelini, R., Romi, R., Finarelli, A.C., Panning, M., Cordioli, P., Fortuna, C., Boros, S., Magurano, F., Silvi, G., Angelini, P., Dottori, M., Ciufolini, M.G., Majori, G.C., Cassone, A. Infection with chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. Lancet (London, England). 2007. 370, 1840–1846. doi:10.1016/S0140-6736(07)61779-6
90. Ritchie, S.A., Johnson, B.J. Advances in Vector Control Science: Rear-and-Release Strategies Show Promise… but Don't Forget the Basics. J. Infect. Dis. 2017. 215, S103–S108. doi:10.1093/infdis/jiw575
91. Rosen, L., Shroyer, D., and Lien, J. Transovarial transmission of Japanese encephalitis virus by Culex tritaenirorhynchus mosquitoes. Am. J. Trop. Med. Hyg. 1980.
92. Roussel, M., Bernard, C., Philippe, B., Fontenille, D., Roiz, D., Duperier, S., Roussel, M., Bousse, P. Trapping the Tiger◎: Efficacy of the Novel BG- Sentinel 2 With Several Attractants and Carbon Dioxide for Collecting Aedes albopictus (Diptera◎: Culicidae) in Southern France Short Communication Trapping the Tiger◎: Efficacy of the Novel BG-Sentinel 2 W. 2015. doi:10.1093/jme/tjv184
93. Rudolf, I., Šebesta, O., Straková, P., Betášová, L., Blažejová, H., VEnclíková, K., Seidel, B., Tóth, S., Hubálek, Z., Schaffner, F. Overwintering of Uranotaenia Unguiculata Adult Females in Central Europe: A Possible Way of Persistence of the Putative New Lineage of West Nile Virus? J. Am. Mosq. Control Assoc. 2015. 31, 364–5. doi:10.2987/8756-971X-31.4.364
94. Samina, I., Margalit, J., Peleg, J. Isolation of viruses from mosquitoes of the Negev, Israel. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 1986. 80, 471–2.

95. Sarıkaya, Y. Türkiye-Suriye sınırlarında yer alan mülteci kampları çevresinde ve mülteci göç yolları üzerindeki sivrisinek (Diptera: Culicidae) türlerinin tespit edilmesi. Hacettepe Üniversitesi. 2017.
96. Sattelle, D.B., Yamamoto, D. Molecular targets of pyrethroid insecticides. Adv. Insect Physiol. 1988. 20, 147–213.
97. Schaffner, E., Angel, G., Geoffroy, B., Hervy, J.P., Rhaiem, A., Brunhes, J. The Mosquitoes of Europe. Institute de Recherche pour le Développement (IRD), Montpellier, France. CD--Rom. 2001.
98. Schoepke, A., Steflen, R., Gvatx, N. Effectiveness of Personal Protection Measures against Mosquito Bites for Malaria Prophylaxis in Travelers. 2006. Journal of Travel Medicine. 5, 188-192.
99. Sengul, M.S., Tu, Z. Identification and characterization of odorant-binding protein 1 gene from the Asian malaria mosquito, Anopheles stephensi. Insect Mol. Biol. 2010. 19, 49–60. doi:10.1111/j.1365-2583.2009.00929.x
100. Soderlund, D.M., Bloomquist, J.R. Molecular mechanisms of insecticide resistance. In: Roush, R.T., Tabashnik, B. E. (Eds.), Pesticide Resistance in Arthropods, Chapman and Hall, New York, NY. 1990. Sayfa 58-96.
101. Soko, W., Chimbari, M.J., Mukaratirwa, S. Insecticide resistance in malaria transmitting mosquitoes in Zimbabwe: a review. Infectious Diseases of Poverty. 2015. 4,46, 1-12.
102. Soltani, A., Vatandost, H., Oshaghi, M.A., Ravasan, N.M., Enayati, A.A., Asgarian, F. 2015. Resistance mechanisms of Anopheles stephensi (diptera: Culicidae) to Temephos. J Arthropod-Borne Dis, 9, 1, 71-83.
103. Spark, T.C., Nauen, R. Insecticide and acaricide modes of action and their role in resistance and its management. Pesticide Biochemistry and Physiology. 2015. 121, 122-128.
104. Syafruddin, D., Hidayati, Anggi, P.N., Asih Puji, B.S., Hawley, A.W., Sukowati, S., Lobo, N.F. Detection of 1014F kdr mutation in four major Anopheline malaria vectors in Indonesia. Malaria Journal. 2010. 9, 315.
105. Şimşek, F.M., Ülger, C., Akıner, M.M., Şenol Tuncay, S., Kiremit, F., Bardakcı, F., Molecular identification and distribution of Anopheles maculipennis complex in the Mediterranean region of Turkey, Biochem. Syst and Ecol. 2011. 39, 258-265.
106. Takashima, I., Hashimoto, N., Matsumoto, K. Multiplication of Several Arboviruses Isolated in Japan in Culex tritaeniorhynchus. Microbiol. Immunol. 1983. 27, 561–563. doi:10.1111/j.1348-0421.1983.tb00608.x
107. Turell, M.J., Dohm, D.J., Fonseca, D.M. Comparison of the Potential for Different Genetic Forms in the Culex pipiens Complex in North America to Transmit Rift Valley Fever Virus Rift Valley Fever Virus. J. Am. Mosq. Control Assoc. 2014. 30, 253–259.
108. Valentini, A., Pompanon, F., Taberlet, P. DNA barcoding for ecologists. Trends Ecol. Evol. 2009. doi:10.1016/j.tree.2008.09.011
109. Vazeille, M., Moutailler, S., Coudrier, D., Rousseaux, C., Khun, H., Huerre, M., Thiria, J., Dehecq, J.S., Fontenille, D., Schuffenecker, I., Despres, P., Failloux, A.B. Two Chikungunya isolates from the outbreak of La Reunion (Indian Ocean) exhibit different patterns of infection in the mosquito, Aedes albopictus. PLoS One 2. 2007. doi:10.1371/journal.pone.0001168

110. Vezenegho, S.B. Insecticide resistance of malaria mosquitoes from Guınea Conakry. University of the Witwatersrand, Johannesburg, Master of science, Johannesburg. 2008

111. Weill, M., Fort, P., Berthomieu, A., Dubois, M.P., Pasteur, N., Raymond, M. A novel acetylcholinesterase gene in mosquitoes codes for the insectisicide target and in nonhomologous to the ace gene in Drosophila. Proc. Biol. Sci. 2002. 269, 2007–2016.

112. Weill, M., Berthomieu, A., Berticat, C., Lutfalla, G., Negre, V., Pasteur, N., Philips, A., Leonetti, JP., Fort, P., Raymond, M. 2004a. Insecticide resistance: a silent base prediction. Curr Biol 2004a. 14, 396–403.

113. Weill, M., Malcolm, C., Chandre, F., Mogensen, K., Berthomieu, A., Marquine, M., Raymond, M. The unique mutation ace-1 giving high insecticide resistance is easily detectable in mosquito vectors. Insect Molecular Biology. 2004b. 13, 1-7.

114. White, G.B. Systematic reappraisal of Anopheles maculipennis complex. Mosq. Syst. 1978. 10, 13–44.

115. Williamson, M.S., Martinez-Torres, D., Hick, C.A., Devonshire, A. L. Identification of mutations in the housefly para-type sodium channel gene associated with knockdown resistance (kdr) to pyrethroid insecticides. Molecular and General Genetics. 1996. 252, 51–60.

116. Wood, D.M. Phylogeny and classification of the Nematocera. Man. nearctic Diptera. 1989. 3, 1333–1370.

117. Yagci Caglayik, D., Uyar, Y., Korukluoglu, G., Ertek, M., Unal, S. An imported Chikungunya fever case from New Delhi, India to Ankara, Turkey: the first imported case of Turkey and review of the literature. Mikrobiyol. Bul. 2012. 46, 122–128.

118. Zahar, A.R. Review of the ecology of malaria vectors in the WHO Eastern Mediterranean Region. Bull. World Health Organ. 1974. 50, 427–440.

119. Zhang, D., Lees, R.S., Xi, Z., Bourtzis, K., Gilles, J.R.L. Combining the sterile insect technique with the incompatible insect technique: III-robust mating competitiveness of irradiated triple wolbachia-infected aedes albopictus males under semi-field conditions. PLoS One 11, 1–15. 2016. doi:10.1371/journal.pone.0151864.

120. Zulueta, J.D.E. Insecticide resistance in Anopheles sacharovi. Bulletin of the World Health Organization. 1959. 20, 797–822.

BÖLÜM 2

CULICOIDES

(Diptera: Ceratopogonidae)

VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Prof. Dr. Bilal DİK

Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Veterinerlik Parazitolojisi Anabilim Dalı, Selçuklu, Konya

1. ARTROPOD VEKTÖR

Culicoides cinsindeki sineklerin dişileri insan ve hayvanlardan kan emerek beslenirler. Bu cinste yer alan sineklere "Biting Midges, Gnitzen, No-See-Ums ve Sand Flies isimleri de verilmektedir. Bugüne kadar 1400 civarında *Culicoides* türü tanımlanmıştır (26). Bu türlerden bir kısmı insan ve hayvanlardan kan emerek beslenirken, bir kısmı insan ve hayvanlarda, özellikle de atlarda alerjik reaksiyonlara yol açar ve bir kısmı da bazı hastalıklara vektörlük yapar.

Culicoides cinsindeki sinekler üzerine yapılan çalışmalar Linneaus (1758)'e kadar uzanmaktadır. Bu yazarın "Systema Naturae, 1758" isimli kitabında *Culex pulicaris* adı altında *Culicoides pulicaris*'i tanımladığı bildirilmiştir. Larva ve pupalar üzerine ilk bilgilerin ise Derham (1713) tarafından verildiği kaydedilmiştir (74).

Dzhafarov (74)'a göre, bu sineklerin sınıflandırılmasındaki ilk araştırmalar Avrupa'da Meigen tarafından 1800 yılında başlatılmış ve Meigen; o yıllarda henüz *Culicoides* cinsi tanımlanmadığı için, tanımladığı türleri *Ceratopogon nubeculosus*, *C. stigma*, *C. obsoletus* ve *C. chiopterus* olarak isimlendirmiştir. Bu türleri, önce *Helea* cinsi adı altında toplayan Meigen, daha sonra *Ceratopogon* cinsi altına almıştır. Wirth ve ark (208) *Culicoides* cinsinin 1809 yılında Latreille tarafından kurulduğunu bildirmişlerdir. Zetterstedt'in, 19. yüzyılın ortalarına doğru İskandinavya, Staeger'in ise Danimarka *Culicoides* faunasını kapsayan yayınlar yaptıkları ve yeni türler tanımladıkları belirtilmiştir (74). Yirminci yüzyılın başlarında konu ile ilgili araştırmalar hızlanmış, Kieffer, Carter, Ingram ve Macfie, Austen başta olmak üzere birçok araştırıcı çok sayıda yeni tür tanımlamışlardır. Özellikle Kieffer birçoğu Türkiye'de de görülen çok sayıda tür tanımlamıştır. Daha sonraları, İngiltere'de Edwards (75), Japonya'da Arnaud (7), Kuzey ve Doğu Afrika'da Clastrier (48) ve Kremer ve ark (117), Kuzey Amerika'da Wirth ve Blanton (206) Wirth ve ark (208), Fransa'da Callot ve ark (40), Kremer (114), Kremer ve ark (115, 116) ve Delecolle (53), Rusya'da Dzhafarov (74) ve Gutsevich (93, 94), Irak'ta Khalaf (104, 105) başta olmak üzere bir çok araştırıcı bu konuda sistematik araştırmalar yaparak yeni türler tanımlamışlar ve *Culicoides* türlerinin biyo-ekolojik özelliklerini ortaya çıkarmışlardır.

Türkiye'de bu konudaki ilk bilgiler Kieffer (1918)'e dayanmaktadır. Bu araştırıcı daha sonra *C. fascipennis* (Staeger)'in sinonimi olarak değerlendirilen *C. albonotatus* Kieffer ile *C.circumscriptus*'un sinonimi olan *C. nadayanus*'u Türkiye'den tanımlamıştır (65). Edwards (75) British Museum'daki erkek *C. parroti*'nin M. Süreyya Bey tarafından Türkiye'den gönderildiğini kaydetmiştir. Mimioğlu (140) at vebası çıkan Güney Doğu illerimizdeki sokucu sinekler üzerine araştırma yaptığı araştırmada *Culicoides* cinsindeki sineklere de rastladığını kaydetmiş, fakat tür ismi bildirmemiştir.

Türkiye *Culicoides* faunası üzerine yapılan çalışmaların sayısı son yıllarda giderek artmaktadır. Özellikle son 30 yıldır hız kazanan çalışmalar sonucu

Türkiye'de 61 *Culicoides* türü saptanmıştır. Fakat Türkiye *Culicoides* faunası üzerine yapılan çalışmaların çoğu belirli illerde veya sınırlı bölgelerde gerçekleştirildiği, belki de daha önce morfolojik olarak, küçük ayrıntılar dikkate alınmayarak teşhis edilen bazı türlerin daha sonra filogenetik olarak farklı türler olarak tanımlanması nedeniyle bu sayının 70'in üstünde olduğu düşünülmektedir.

Türkiye'de *Culicoides* türleri üzerine yapılan çalışmalar kısmen Navai (153) tarafından başlatılmış ve bu araştırıcı Adana, Diyarbakır, İzmir ve Sivas yörelerinde 19 *Culicoides* türü saptamıştır. Jennings ve ark (98) 19 *Culicoides* türüne rastlamışlar ve bu türlerden 8'inin Türkiye'de ilk kez tespit edildiğini ifade etmişlerdir. Türkiye'de *Culicoides* türleri ile ilgili sistematik araştırmalara Dik (58) tarafından devam edilmiş ve bu araştırıcı, 1987–1989 yılları arasında Konya yöresinde çoğu Türkiye için ilk kayıt olmak üzere 36 tür tespit etmiştir. Yılmaz (216) Elazığ yöresinde yaptığı çalışmada 42 tür saptamıştır. O araştırmada da (216) Türkiye için yeni birçok kayıt yapılmıştır. Adana, İçel ve Antalya yörelerinde yapılan bir araştırmada, Mavi Dil virüsünün (MDV) vektörü *C. imicola*'ya nispeten az, muhtemel vektör *C. schultzei* komplekse ise çok sık rastlandığı belirtilmiştir (59). Önceleri Mavi Dil ve Akabane salgınlarına rastlanan Ege bölgesinde yapılan bir çalışmada ise *C. imicola* ve *C. schultzei* kompleks'e az sayılarda, *C.obsoletus* komplekse ise nispeten daha fazla sayıda rastlandığı bildirilmiştir (60). Türkiye'nin diğer bölgelerinde, daha dar bölgelerde yapılan çalışmalar bunları izlemiştir (55, 64, 66, 67, 82, 83, 209). Dik (61) Türkiye Ceratopogonid'leri ile ilgili makalesinde, *Culicoides* cinsinin genel özellikleri, gelişmeleri, zararları, vektör-konak ilişkisi üzerine ayrıntılı bilgi vermiş ve Türkiye *Culicoides* listesini çıkarmıştır.

Orta ve Batı Karadeniz Bölgeleri *Culicoides* faunasını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda, *C. brunnicans* Edwards, 1939, *C. griseidorsum* Kieffer, 1914 (189) ile *C. alazanicus* Dzhafarov ve *C. delta* Edwards, 1939 (*C. lupicaris*) (68) Türkiye'den ilk kez bildirilmiş ve Türkiye'deki *Culicoides* tür sayısı 61'a ulaşmıştır.

Türkiye'deki faunistik çalışmaların yanı sıra *Culicoides*'lerin bazı biyolojik, epidemiyolojik ve ekolojik özellikleri de araştırılmış, gece uçuş aktiviteleri (64), ışık kaynağı tercihleri (187) ve mevsimsel aktiviteleri (58, 63, 190, 216) ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

Culicoides'lerin üreme yerleri ve gelişme dönemleri ile ilgili araştırmalar 2000 yılından sonra Uslu ve Dik (191-194) tarafından başlatılmış ve bu konuda çok önemli bilgiler elde edilmiştir.

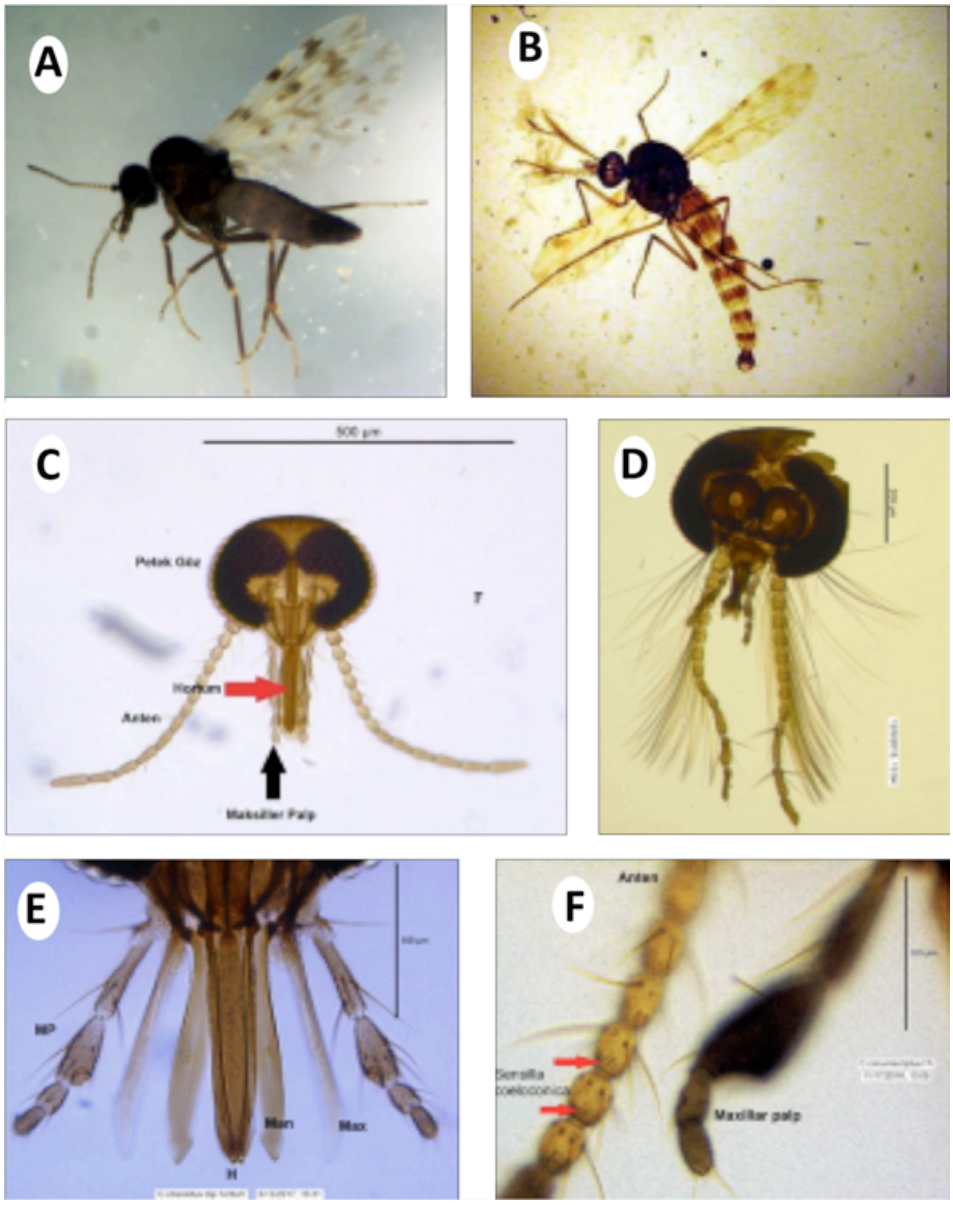
Özellikle son yıllarda, faunistik çalışmalarla birlikte *Culicoides*'lerin vektörlük açısından önemleri ve bazı viral hastalıkların Türkiye'deki vektörleri ile ilgili araştırmalar hız kazanmıştır (69, 70, 211).

1.1. Morfolojileri

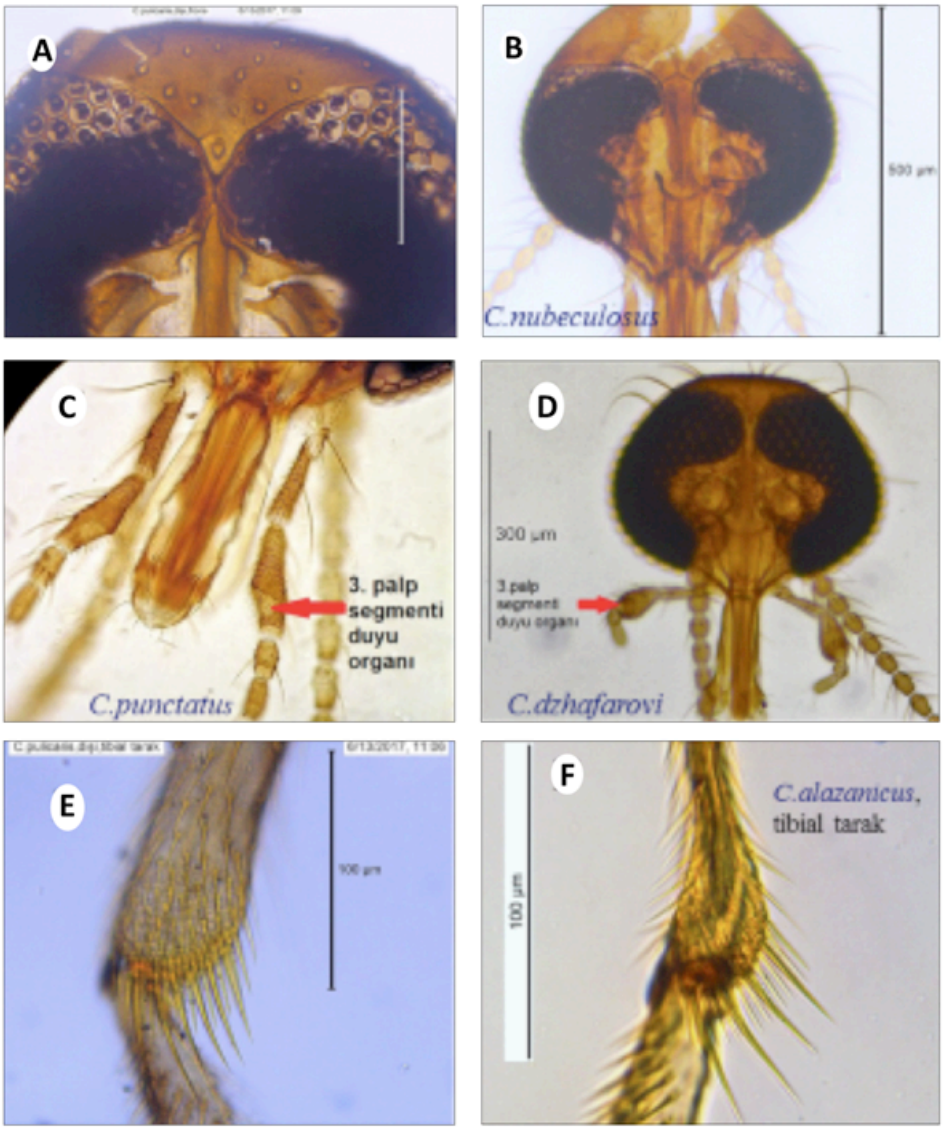
Ergin *Culicoides*'lerin büyüklükleri 0,5–3 mm arasında değişir. Vücut; baş, gövde ve karından oluşmuştur (Şekil 1A, B).

Baş önden arkaya doğru basık olup, yuvarlağımsıdır. Başta; fazla uzun olmayan bir hortum, bir çift petek göz, bir çift palp ve bir çift anten bulunur (Şekil 1C, D, E). Ağız (proboscis) yedi parçadan oluşmuş ve hortum şeklini almıştır. Dişilerde delmeye ve kan emmeye uygundur. Labrumun anteriorunda 3–5, mandibulanın apikal üçte birinde 14–20, maxillada ise 12–18 adet diş bulunur (Şekil 1E) (74). Proboscis erkeklerde daha zayıf bir yapıda olduğu için erkekler kan ememezler. Petek gözler böbrek şeklindedirler, fakat erkeklerde ve bazı türlerin dişilerinde ortada birleşmişlerdir. Bazı türlerde fasetler arasında kıllar bulunabilir (53, 58, 61, 74, 114, 207). Gözlerin birleşik olup olmaması, fronto-vertexin dar veya geniş olması tür ayırımında dikkat edilen bazı özelliklerdendir. Alın (Frons) türlere göre dar veya geniş olabilir. Gözlerin birleşik olup olmaması, fronto-vertexin dar veya geniş olması tür ayırımında dikkat edilen bazı özelliklerdendir (Şekil 2A, B, D).

Maksillar palpler beş segmentli (Şekil 1C, D, E, F) olup, ilk segment oldukça kısadır. İkinci segment ince ve uzundur. Üçüncü segment dişilerde bazan çok kalınlaşmıştır. Üzerinde sığ, dar, geniş veya silindir şeklinde bir duyu çukuru bulunur (Şekil 1E, F, Şekil 2C, D).



Şekil 1. A. *C. punctatus*, dişi; B. *C. riethi*, erkek; C. *C. imicola*, dişi, baş; D. *C. riethi*, erkek, baş; E. *C. obsoletus*, dişi, baş; H: Hipofarinks, MP: Maksillar Palp, Man: Mandibula, Max: Maksilla; F. *C. circumscriptus*, anten ve maksillar palp (orijinal)



Şekil 2. Bazı *Culicoides* türlerine ait morfolojik özellikler: A-B: Fronto-vertex; A. *C. pulicaris*, B. *C. nubeculosus*; C-D: Maxillar palp duyu organı; C. *C. punctatus*, D. *C. dzhafarovi*; E-F: Tibial tarak; E. *C. pulicaris*, F. *C. alazanicus* (orijinal)

Erkeklerde palpler daha ince olup, duyu organları iyi gelişmemiştir. Tür ayırımında, duyu organının şeklinin ve palpal oranın büyük önemi vardır.

Antenler, dişilerde 15 segmentten meydana gelmişlerdir. Üzerleri, dişilerde kısa ve seyrek, erkeklerde ise uzun ve sık kıllarla kaplıdır (Şekil 1D). İlk

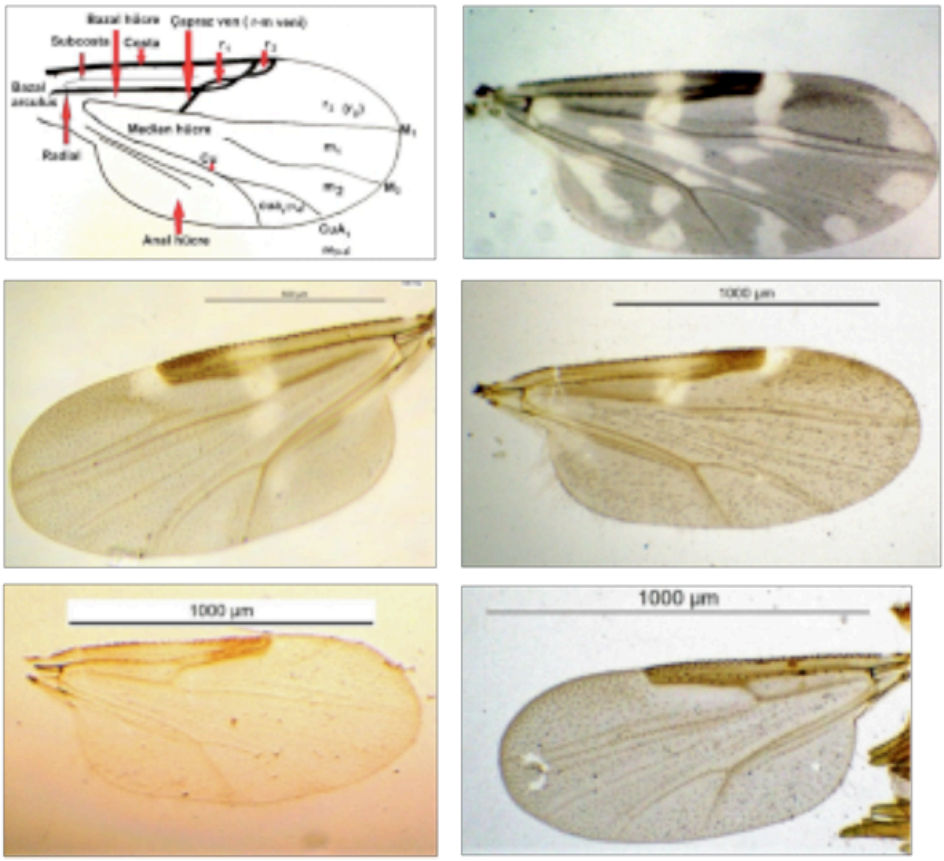
segment scape, ikinci segment pedisel isimlerini alırlar ve oldukça büyüktürler. Dördüncüden itibaren ilk yedi segment (4–10.segmentler) yuvarlağımsı veya son 5 segmente oranla daha kısadırlar. Son beş segment ise belirgin olarak uzamıştır (Şekil 1C). Son beş segmentin uzunluğunun ilk sekiz segmentin uzunluğuna bölünmesiyle "antennal oran" veya "antennal index" elde edilir. Anten segmentlerinin üzerlerinde duyu organları yer alır. İlk sekiz segment (3-10) ile son beş segmentin (11-15) uzunluğunun toplanmasıyla "Anten uzunluğu" bulunur. Anten segmentlerinin hepsinde (3–15) veya bazılarında "sensilla coeloconica" adı verilen ve tür teşhisinde çok önemli olan küçük duyu çukurcukları mevcuttur (Şekil 1F). Anten segmentleri üzerinde sensilla chaetica, sensilla trichodea ve sensilla ampullacea isimleri verilen duyu organları da mevcuttur. Erkeklerde 3–12. segmentler belirgin olarak incelmiştir. Son üç segment oldukça uzundur. Tür teşhisinde sensilla coeloconica'ların dağılımları, antennal oran ve anten uzunluğu önemli ipuçları verirler.

Gövde; kamburlaşmış ve hafifçe başın üzerine doğru uzamıştır. Protoraks çok zayıf şekillenmiş, mesotoraks iyi kitinize olmuştur. Gövdeden üç çift bacak çıkar. Bacaklar ince ve uzundur. Coxa, trochanter, femur, tibia ve tarsusdan oluşmuştur. Üçüncü çift bacağın tibiasının alt kenarında birbirine yakın uzunlukta ve genellikle 3–5 adet sağlam ve uzun dikenden meydana gelmiş "tibial tarak" bulunur (Şekil 2E, F). Tırnaklar bütün bacaklarda eşit ve küçüktür. Empodium rudimenterdir. Gövdeden bir çift kanat çıkar.

Kanatlar dişilerde geniş (Şekil 3A-F, 7, 9A,B, 10B), erkeklerde ise dardır (Şekil 8E, 10E, 11E). Üzerleri nispeten uzun veya kısa tüylerle kaplıdır. Bazı türlerde, kanatlar az veya çok sayıda, koyu veya açık renkte beneklere sahiptir. Bazı türlerde ise, kanatlarda leke bulunmaz. Kanatlardaki ven ve hücrelerin isimlendirilmesi son yıllarda bazı değişikliklere uğramıştır (Şekil 3A). Kanat uzunluğu, bazal arculustan (kanadın gövdeden çıktığı yer) kanadın ucuna kadar olan mesafedir. Costa uzunluğu bazal arculustan ölçülür. Costa uzunluğunun kanat uzunluğuna bölünmesiyle "costal oran" elde edilir. Costanın bittiği yerde iki tane radial hücre (r_1 ve r_2) yer alır. Costanın altında, ona paralel olarak uzanan Radial yer alır. Radial ile M veni arasında, r_1 hücresinin bazalinde Radio-Median çapraz veni (r-m: transversal vena) bulunur.

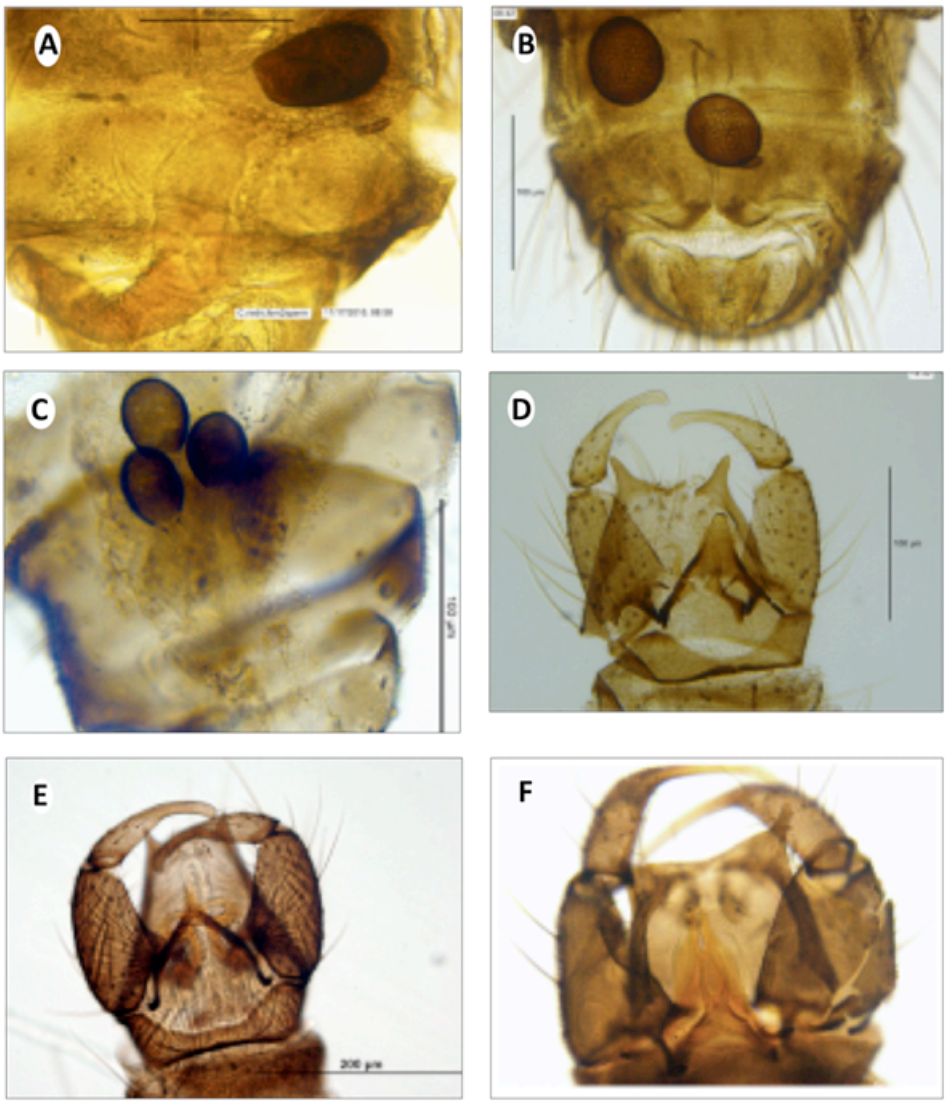
Apikal uçta, kanadın üst kenarı ile M_1 veni arasındaki hücre r_3 (r_5); M_1 ve M_2 venleri arasındaki hücre m_1; M_2 ile CuA_1 (M_{3+4}) venleri arasındaki hücre m_2; CuA_1 veni ile CuA_2 veni arasındaki hücre cua_1 (m4) isimlerini alır. CuA_1

veni ile kanadın distalindeki hücre Anal hücre, r-m veni, M veni ve Radial arasındaki hücre ise Bazal hücre olarak isimlendirilir (Şekil 3A).



Şekil 3. A: Culicoides, dişi kanat; Cu: cubital ven, M1: 1. median ven, M2: 2. median ven, CuA1: Anterior cubital venin 1. kolu, cua1: anterior cubital hücre, m1: 1. median hücre, m2: 2. median hücre, r1: 1. radial hücre, r2: 2. radial hücre, r3: 3. radial hücre; B-F: Bazı türlerin dişilerine ait kanat örnekleri. B. C. festivipennis; C. *C. fascipennis*; D. *C. furcillatus*; E. *C. brunnicans*; F. *C. dzhafarovi* (orijinal)

Karın, erkeklere oranla dişilerde daha kalın ve şişkin olup, yukarıdan aşağıya basıktır. Dişilerde 9. segment bir çift cerci ile sonlanır. Spermateka(lar) 7–8. abdominal segmentlerde yer alır ve ancak şeffaflandırılmış örneklerde ya da kan emmemiş dişilerde görülebilir. Spermateka sayısı genellikle iki tane (Şekil 4B) olmakla birlikte, bazı türlerde 1 (Şekil 4A) veya 3 (Şekil 4C) spermateka bulunur.



Şekil 4. A-C: Bazı *Culicoides* türlerine ait spermateka örnekleri; A. C. riethi; B. *C. maritimus*; C. *C. saevus*; D-F: Hypopygium örnekleri; D. *C. achrayi*; E. *C. brunnicans*; F. *C. riethi* (orijinal)

Bunlara ilaveten rudimenter spermatekalara da rastlanabilir. Rudimenter spermateka bazan diğerleri kadar büyük olabilir. Spermatekalar genellikle oval, yuvarlak veya armut şeklindedirler, bazı türlerde ise mantara veya başka şekillere benzeyebilirler. Tür teşhisinde spermatekaların sayısı, şekli ve büyüklüğü göz önünde bulundurulur.

Karın, erkekte dar ve incedir ve hypopygium ile sonlanır (Şekil 4D-F). Hypopygium 9 ve 10. segmentlerin modifikasyonu sonucu oluşmuştur. Dokuzuncu tergit, 9. sternite oranla çok büyümüştür. Dokuzuncu tergit iki tane uzun lateral çıkıntıya, kıllara veya setalara sahiptir. Koksit (coxite: Basistyle) geniş, dorsal ve ventral çıkıntıları ise genellikle ince ve uzundurlar. Style (Disistyle) incedir. Asıl çiftleşme organları olan aedeagus ve paramerler koksitlerin arasında yer alırlar. Aedeagus genellikle üçgenimsi veya ters Y şeklindedir. Paramerler genellikle incelerek sonlanır. Bazı türlerde, üzerlerinde sayıları 5–7 arasında değişen dişler bulunur. Aedeagus ve paramerlerin yapıları taksonomik öneme sahiptirler (74).

Culicoides yumurtaları oval veya muz şeklinde olup, uzunlukları 0,40–0,120 mm, genişlikleri 0,06–0,11 mm arasında değişir. Renkleri yeni bırakıldıkları zaman beyazımsı-gridir. Fakat 1–2 saat içinde kahverengimsi bir görünüm alır (74). Larvalar uzun, beyazımsı renkte, şeffaf ve silindirik yapıdadırlar. Büyüklükleri 0,5 mm civarındadır. Baş biraz uzamıştır. Vücut; üçü torasik dokuzu abdominal 12 segmentten meydana gelmiştir (74, 208). Bazı türlerde, anal setalar bulunabilir. Bu setalar larvanın sudaki hareketini hızlandırarak, onların predatorlardan kaçmalarına yardımcı olurlar. Dördüncü dönem larvaların büyüklükleri 5–6 mm arasında değişir. Larvalarda stigmalar kapalı olduğu için deri solunumu görülür (103).

Pupa 1.6-6 mm büyüklüğünde, sarımsı-kahverengi, mavimsi veya siyah renkte ve konik bir yapıdadır. Anteriorda, mesothoraxın yan kısımlarında uzun bir çift soluk borusu yer alır. Başın antero-dorsalinde frontal sklerit bulunur. Bunun şekli ve büyüklüğü türlere göre değişir (74). Operkulumda, göğüs ve karın segmentlerinde diken ve çıkıntılar vardır. Akuatik türler soluk borularını su yüzeyine getirerek solunum yaparlar. Pupa tam olarak yüzme kabiliyetine sahip değildir. Hareket, abdominal segmentlerin bükülmeleri ile olur (208).

1.2. Yaşam döngüleri

1.2.1. Biyolojileri

Ergin *Culicoides*'ler nehir, şelale ve göl kenarlarında, bitki örtüsünün zengin olduğu yerlerde ve hayvan barınaklarının civarlarında çok sayıda bulunurlar. Gündüzleri genellikle ağaçlarda, çalılıklarda, ahırlarda ve kayalık yerlerde saklanırlar. Ömürleri ortalama 1–2 aydır.

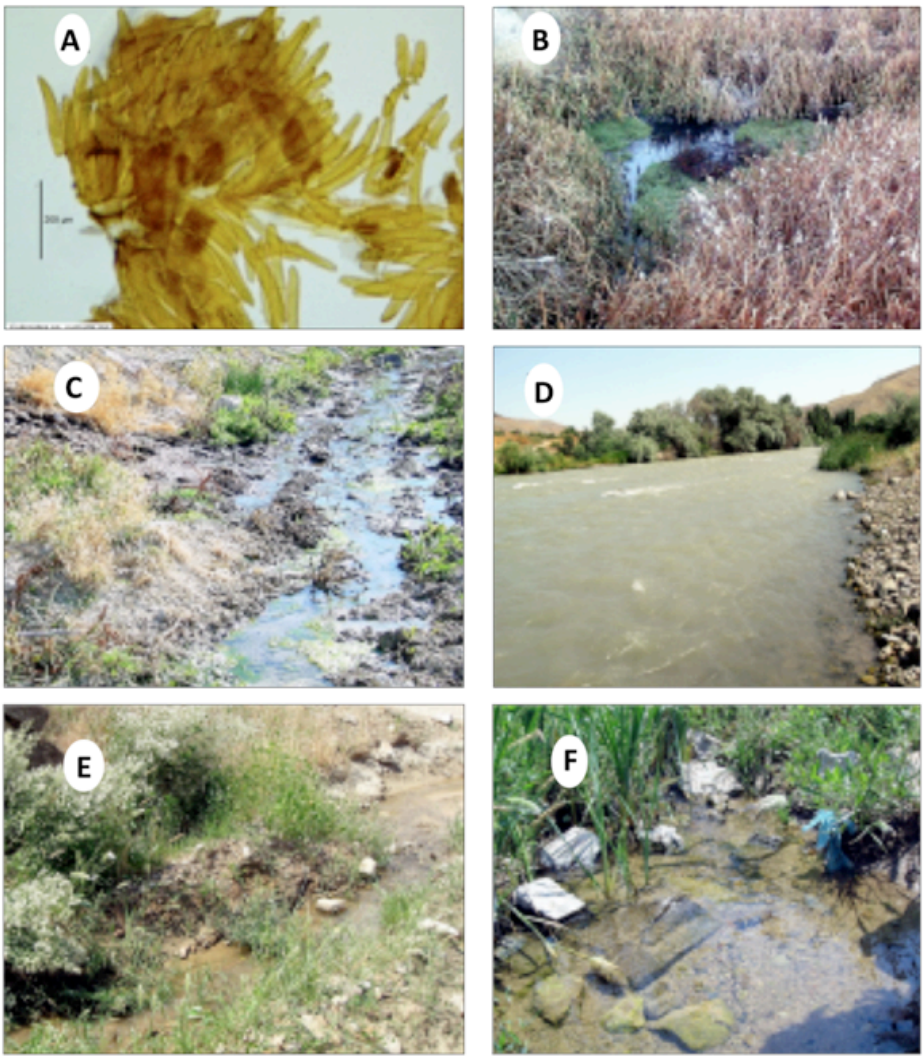
Culicoides'ler oldukça yavaş gelişirler. Yaz aylarında gelişme süreleri 1–2 ay sürer. Bir yılda iki-üç nesil verirler. Kışı üçüncü veya dördüncü dönem

larva halinda geçirirler. *Culicoides* türlerinin çoğu ömürleri boyunca bir kez çiftleşirler. Wirth ve Blanton'un (206) Jones'a atfen bildirdiğine göre, *C. variipennis* tekrar tekrar çiftleşebilmektedir. *Culicoides*'lerde çiftleşme esas olarak uçuş esnasında ve çiftleşme dansından sonra olmaktadır. Erkek *Culicoides*'ler uçuş esnasında dişileri yakalayarak çiftleşmekte ve çiftleşme 2–3 dakikada tamamlanmaktadır (73). Uçuş esnasında çiftleşmeyen birkaç tür ise larval üreme yerlerinin yakınlarındaki bitki veya toprak üzerinde çiftleşmektedirler. Bazı türler ise konak üzerinde çiftleşirler. Dişiler, çiftleşmeden sonra konaklardan kan emerler. Bazı türlerde, ovaryumların ve yumurtaların gelişebilmeleri için dişiler mutlaka kan emmek zorundadırlar. Bazı türler, yumurtaların gelişebilmeleri için gerekli olan gıdayı larval dönemde depolamış oldukları yağlı maddelerden temin ederler. Fakat bu türler de, ikinci kez yumurtlayabilmek için kesinlikle kan emmek mecburiyetindedirler. Bu nedenle dişi *Culicoides*'ler kan emebilmek için konaklarına yakın yerlerde saklanırlar.

Döllenen dişiler kan emdikten 7–10 gün sonra kümeler halindeki yumurtaları (Şekil 5A) tek bir sıra şeklinde durgun sulara, çürümüş bitkiler ve organik maddeler üzerine, bitki yapraklarının alt yüzlerine, havuz, gölcük ve bataklıklara, nemli topraklara, sığır dışkılarına, ağaçların köklerine ve kovuklarına bırakırlar (Şekil 5B-F). Yumurtlamak için uygun bir yer bulamadıklarında ise yumurtlamaktan vazgeçerler. Kuru ortamlarda yumurtalar canlılıklarını devam ettiremezler. Dişiler 150–350'ye kadar yumurta bırakırlar. *Culicoides* türlerinin gelişmeleri yavaş olup, gelişmenin en uzun kısmını larva dönemi oluşturmaktadır (61, 62, 74). *Culicoides* larvaları mikroorganizma ve bozulmuş organik maddelerle beslenirler (61, 165, 192, 193).

Larvalar, özellikle organik maddelerce zengin nemli topraklarda, drenaj kanallarında, göletlerde, kanalizasyonlarda, derelerde, su birikintilerinde ve ağaç kovuklarında gelişmelerini tamamlarlar (192-194). *Culicoides*'ler organik maddelerce zengin çamurlarda, organik madde karışımlı nemli topraklarda¸ yağmur sonrası ortaya çıkan su birikintilerinde, göllerde, sulama kanaletlerinde, köy kanalizasyonlarında, bahçe sulama kanallarında, su sızıntılarında, dere ve çay kenarlarında, sazlık alanlarında, sığır dışkılarında ve ağaç kovuk ve deliklerinde ürerler (17, 19, 33, 91, 127, 142, 165, 192, 193, 173, 178, 184).

Culicoides nubeculosus ve C. *puncticollis*'e organik maddelerce zengin üreme yerlerinde daha fazla rastlanırken, *C. gejgelensis* ve *C. festivipennis*'e organik



Şekil 5. A. *Culicoides* spp. yumurtaları; B-F: Üreme yerleri

maddelerce fakir üreme yerlerinde daha çok tesadüf edilmiştir. Kozmopolit bir tür olan *C. circumscriptus* hemen hemen bütün üreme yerlerinde üreyebilir (192, 193). *Culicoides*'ler toprak yüzeyinin 0–5 cm'sinde fazla sayıda üremektedirler (126). *C. impunctatus* larvaları %50'si 0–2 cm derinlikte (20), *C. nubeculosus* larva ve pupaları 0–2,5 cm derinlikte çok miktarda bulunmasına rağmen, 7,5–10 cm derinlikte çok az sayıda bulunmaktadır (191). Işık *Culicoides*'lerin gelişmelerinde önemli bir faktördür ve karanlık ortamlara göre aydınlık ortamlarda *C. brevitarsis*'in daha fazla üredikleri gözlenmiştir (17).

Su ısısının larvaların gelişmesinde büyük etkisi vardır. 8–25ºC su ısılarında *Culicoides* larvalarının sayıları en üst seviyeye ulaşır (74). Larvaların gelişmesi sıcak bölgelerde iki üç hafta sürerken, kışın birçok türün larval gelişimi yedi aya kadar uzayabilmektedir (28). *C. brevitarsis* pupa veya pupa öncesi dönemlerinin kışın sığır dışkısında 1-2 ay yaşayabildikleri kaydedilmiştir. Kuzey kutbunda bulunan bazı *Culicoides* türlerinde larval gelişim iki yıla kadar uzayabilir (141). Yaz boyunca larvalar çamur yüzeyinde bulunurlar ve kışı çamurun içerisine gömülü olarak üçüncü (196) veya dördüncü dönem (19, 142, 165, 197) larva olarak geçirirler. Yumurtalardan 1–7 gün (ortalama 2–3 gün) içinde larvalar çıkarlar. Larvalar suda, çamurda, havuz ve gölcüklerde, gübrede, bozulmuş ve çürümüş organik maddeler üzerinde yaşarlar. Özellikle organik maddelerce zengin nemli topraklarda, drenaj kanallarında, göletlerde, kanalizasyonlarda, derelerde, su birikintilerinde ve ağaç kovuklarında gelişmelerini tamamlarlar (192, 193). Larvalar dört gelişim dönemi geçirdikten sonra pupa dönemine girerler (141). Pupa dönemi ortalama 3–15 gün sürer (165). Bu süre, yaz döneminde *C. imicola* için iki gündür (31). Pupalar nehir ve göletlerin kenarlarındaki nemli yerlerde, sularda, sığ göllerde ve ağaç kovuklarında bulunurlar. Daha sonra pupadan tamamen çıkan ergin sinekler bacaklarının da yardımıyla uçmaya çalışırlar (61).

1.2.2. Beslenme ve konak tercihleri

Culicoides'ler genellikle alacakaranlıkta ve geceleri konaklardan kan emerler. Bununla birlikte, bazı türler güneşli saatlerde de konaklardan kan emebilirler. Diğer bazı türler de günün her saatinde konakları rahatsız edebilirler. Erkekler bitki çiçeklerinin nektarları ile dişiler ise insanlardan, memeli ve kanatlı hayvanlardan, sürüngenlerden ve hatta omurgasız konaklardan kan emerek beslenirler (74, 202). Bununla birlikte gerektiğinde şekerli sıvılarla da beslenebilirler. *C. nubeculosus* dişileri 2–3 günlük olana kadar kan emmezler ve nadir olarak bir aydan fazla yaşarlar (74).

*Culicoides'*ler kan emmek için farklı konakları tercih ederler. Konak tercihlerini belirleyebilmek için konaklar üzerinden tolanan *Culicoides* örneklerinin teşhislerini yaparak konak tercihleri hakkında yorum yapmak mümkündür (80). Fakat son zamanlarda sahadan yakalanan *Culicoides* örneklerinden elde edilen genomik DNA izolatlarının moleküler tekniklerle incelenmesiyle *Culicoides* türünün hangi konak türünden kan emdiğini anlamak mümkündür (21, 22, 131, 215). *Culicoides* türlerinin bazıları insanlardan, bazıları çift tırnaklılardan, bazıları tek tırnaklılardan, bazıları

kanatlı hayvanlardan, bazıları da kemirici hayvanlardan, kurbağalardan ve sürüngenlerden kan emerler (22). Hatta bazı türlerin (*C. anophelis*) sivrisineklerden dahi kan emdikleri bildirilmiştir (47, 121, 128). *Culicoides*'ler kan emmek için açık renkli hayvanlardan çok, koyu renkli hayvanları tercih ederler. *Culicoides* türlerinin tercih ettikleri konak türleri farklılıklar gösterir. Fransa'da yapılan bir araştırmada *C. obsoletus, C. scoticus* ve *C. dewulfi*'nin daha çok kısrakları tercih ettikleri, kuşlarda sadece *C. obsoletus*'un görüldüğü, *C. scoticus*'un keçileri düve ve koyunlardan, *C. dewulfi* ve *C. obsoletus*'un ise düveleri keçi ve koyunlardan daha fazla tercih ettiği belirlenmiştir (202). Başka bir araştırmada ise *C. obsoletus* kompleks, *C. chiopterus* ve *C. dewulfi*'nin at, sığır ve koyun arasında tercih yapmadığı, fakat *C. punctatus* ve *C. pulicaris*'in at ve sığırı koyundan daha fazla tercih ettikleri gözlenmiştir (77). Türkiye'de yapılan bir araştırmada, Kayseri, Sultansazlığı'ndan yakalanan *C. punctatus*'lardan elde edilen genomik DNA izolatlarının kanatlı kanı yönünden moleküler analizi sonucunda pozitiflik saptanamamıştır. Diğer taraftan, *C. maritimus, C. gejgelensis, C. riethi, C. circumscriptus, C. longipennis, C. newsteadi*'de kanatlı kanı yönünden yüksek pozitiflik saptanmış ve bu türlerin Passeriform (ötücü) kuşları diğer takımlardaki kuşlardan daha fazla tercih ettikleri belirlenmiştir (215).

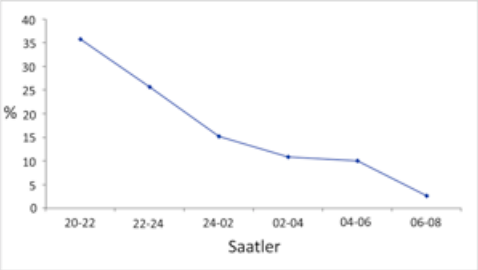
Culicoides türlerinin tercih ettikleri sokma bölgeleri de farklı olabilmektedir. *C. obsoletus* kompleks, *C. dewulfi* ve *C. pulicaris* at, sığır ve koyunların baş, sırt ve yan kısımlarını, *C. achrayi* ve *C.punctatus* karın bölgesini, *C. chiopterus* ise bacakları tercih eder (77). *C. dewulfi* ve *C. scoticus*'un kısrakların özellikle sırt kısımlarını tercih ettikleri, baş, ayaklar ve vücudun yan kısımlarını daha az tercih ettikleri, *C. obsoletus*'un ise belirli bir yeri tercih etmediği bildirilmiştir (202). Almanya'da yapılan bir araştırmada, büyük bir kısmını *C. obsoletus* kompleks üyelerinin oluşturduğu *Culicoides* türlerinin sığır ve koyunlarda en çok vücudun yan kısımlarından, karın bölgesinden ve bacaklardan kan emdikleri, baş bölgesinin ise daha az tercih edildiği bildirilmiştir (8).

1.2.3. Aktiviteleri

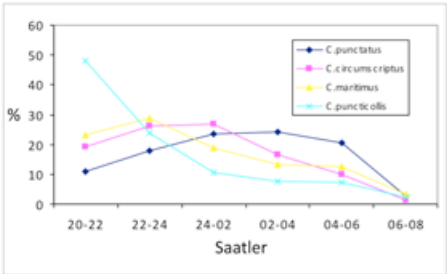
Culicoides'ler genellikle alacakaranlıkta uçuşurlar, beslenme aktiviteleri de uçuş aktiviteleriyle doğru orantılıdır (64, 81, 162, 176). Beslenme aktiviteleri güneşin batışına yakın saatlerde birdenbire artar (Grafik 1 ve 2). Parker (162), İskoçya'da, *Culicoides*'lerin en çok güneşin batışından kısa süre önce ortaya çıktıklarını, iki-üç saat kadar çok yoğun olarak bulunduklarını, gece boyunca sayılarının iyice azaldığını, güneşin doğuşu ile birlikte bu sayının akşam ki kadar olmasa bile, biraz arttığını tespit etmiştir. Downes (73)

C.nubeculosus' un uçuş aktivitesini birer saatlik aralarla incelemiş ve aktivitenin akşam ve sabah saatlerinde arttığını, akşam yakalananların sayısının sabah yakalananlardan 3–4 kat daha fazla olduğunu saptamıştır. El Sinnary ve ark (81) Kuzey Sudan'da *C. kingi*'nin günlük uçuş aktivitesini incelemişler ve bu türün, birisi akşama yakın saatler, diğeri sabah olmak üzere iki pik yaptığını, gece boyunca ise aktif olmadığını bildirmişlerdir. Service (176), İngiltere'de *C.obsoletus* komp., Walker (203) ise Kenya'da *C. pallidipennis* (*C. imicola*) ve *C. schultzei* için benzeri bulgular elde etmişlerdir.

Konya'da yapılan bir çalışmada da benzer bulgular elde edilmiş, *Culicoides*'lerin akşam, havanın kararmasıyla birlikte aktivite gösterdikleri, gecenin ilerleyen saatlerine doğru aktivitelerinin kademeli olarak azaldığı ve sabah, güneşin doğuşuyla birlikte aktivitelerinin de bittiği saptanmıştır (Grafik 1) (64). Bununla birlikte türler arasında bazı farklılıklar gözlenmiştir. *C. puncticollis*'in havanın kararmasından sonraki ilk iki saat boyunca çok aktif olduğu ve daha sonra aktivitesinin hızla azaldığı, *C. maritimus* (*C. submaritimus*)'un ise havanın karamasından hemen sonra değil, bir-iki saat sonra en yüksek aktivite gösterdiği, daha sonra *C. puncticollis*'de olduğu gibi aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir (Grafik 2).



Grafik 1. Konya' da tespit edilen *Culicoides* türlerinin genel gece aktiviteleri (64)



Grafik 2. *Culicoides punctatus*, *C.circumscritus*, *C.maritimus ve C.puncticollis*'in gece aktiviteleri (64)

Culicoides'ler küçük oldukları için genellikle uzun mesafelere uçamazlar. *C. impunctatus*' un 183 metre uçabildiği, fakat genel olarak bu mesafenin 45–91 metre arasında değiştiği ifade edilmiştir (73, 118). Mullens'in (143) Lillie ve ark atfen bildirdiğine göre, *C. variipennis*' in erkekleri serbest bırakıldıkları yerden 0,8 km, dişileri ise 4 km uzakta tekrar yakalanmışlardır.

Dişi *C. obsoletus* kompleks üyelerinin 24 saat içinde en çok 2.5 km, erkeklerin ise 1 km kadar uçabildikleri tespit edilmiştir (109). Bununla

birlikte *Culicoides*'ler rüzgarla, uçaklar, gemiler ve kara taşıtlarıyla uzun mesafelere, hatta bir ülkeden diğerine taşınabilirler (80, 147, 174).

1.2.4. Aktivitelerini etkileyen koşullar

Culicoides'lere deniz seviyesinden 4200 metre yüksekliğe kadar ki yükseltilerde rastlanmaktadır. *Culicoides*'lerin bir bölgede bulunup bulunmamasını etkileyen en önemli faktörler; ısı, ışık, nem, yağmur, rüzgar, deniz seviyesinden yükseklik ve bitki örtüsüdür (50, 61, 74).

Isı: Çevre ısısı *Culicoides*'lerin gelişebilmeleri ve uçabilmeleri için en önemli faktördür. *Culicoides*'lerin gelişmeleri ve uçuş aktiviteleri ısının azalmasına paralel olarak azalır. *C. chiopterus* ve *C.dewulfi*'nin, dışkı örneklerinde gelişme süreleri üzerine ısının büyük bir etkisinin olduğu ve ısının 20 °C üzerine çıkmasıyla ergin sineklerin çıkış süresinin azaldığı gözlenmiştir (127). *Culicoides*'lerin aktivasyonu için optimum ısının 13–24 °C olduğu, *C. nubeculosus* kompleks üyeleri için bu derecenin 35 °C' ye kadar çıktığı, 9–10 °C' nin altındaki sıcaklıklarda ise *Culicoides*'lerin uçmadıklarını bildirilmiştir (74). Parker (162) 10–20 °C' lik hava ısısının *Culicoides*'lerin uçuş aktiviteleri üzerine herhangi bir etki yapmadığını, fakat sıcaklığın artmasına paralel olarak aktivitenin de fazlalaştığını tespit etmiştir. Bununla birlikte, Almanya'da *C. obsoletus* kompleks üyelerinin ilkbaharda en erken çıkan türler oldukları, Mart ayında ortaya çıktıkları, bu türü *C. punctatus* ve *C.pulicaris*'in takip ettiği, hava ısısının dışarıda sıfırın altında, ahırlarda ise 8.3 °C - 16.2 °C arasında değiştiği dönemlerde tuzaklarla, yarıdan fazlası ahır içinde olmak üzere 3465 *Culicoides* yakalandığı kaydedilmiştir (100). Başka bir araştırmada ise *Culicoides*'lerin ortaya çıkmaları için en uygun sıcaklığın 23–27 °C olduğu belirtilmiştir (71). Türkiye'de yapılan araştırmalarda da ergin *Culicoides* örneklerine ilkbahar-sonbahar ayları arasında rastlanmıştır.

Işık: *Culicoides*'lerin uçuş aktivitelerini etkileyen en önemli faktörlerden birisi ışıktır. Işık şiddetinin az veya çok olduğu zamanlarda yakalanan *Culicoides* sayısı azalmaktadır. *C. circumscriptus, C. saevus, C. heliophilus* ve *C. nubeculosus* kompleks üyeleri ışığa karşı diğer türlerden daha fazla pozitiflik göstermektedirler (74). Işık *Culicoides*'lerin üremeleri üzerine de olumlu etki yapmakla birlikte (17), *C. chiopterus* ve *C.dewulfi*'nin dışkı örneklerinde gelişme süreleri üzerine ışığın etkisinin olmadığı belitilmiştir (127).

Rüzgar: *Culicoides*'ler çok güçlü uçucular olmayıp, rüzgar hızının 2 m/sn'den daha az olduğu veya rüzgarın olmadığı havalarda uçarlar (80). Rüzgar hızının artması *Culicoides*'lerin uçuş aktivitelerini olumsuz yönde etkiler (74, 162, 203).

Dzhafarov (74) rüzgar hızının ovalık kesimlerde 0,7–0,8 m/sn, diğer yerlerde ise 1 m/sn olduğu zamanlarda *Culicoides*'lerin uçmadıklarını, fakat bazı türlerin (*C.riethi* ve *C.pulicaris*) rüzgar hızının 1,2, 1,6 ve 1,8 m/sn olduğunda bile uçtuklarını, hatta ormanlık ve çalılık alanlarda, *Culicoides*'lerin 2 m/sn' de dahi aktif olduklarını bildirmiştir. Walker (2003) 3 m/sn hızla esen rüzgarda *Culicoides*'lerin uçmadıklarını belirtmiştir.

Nem: Nem oranının yüksek olması uçuş aktivitesi üzerine olumlu etki yapar (71, 203). Nem oranının % 50'ye inmesiyle uçuş aktivitesinin azaldığı, % 60-95'lik nem oranının ise aktivite üzerine etki etmediği kaydedilmiştir (74, 162).

Yağmur: Hafif yağmur uçuş aktivitesini etkilemez (74, 162, 203). *C. nubeculosus* kompleks üyelerinin çiseleyen yağmurda 3 saat boyunca uçtukları, ovalık kesimlerde hafif yağmur esnasında, uçan *Culicoides*'lere tesadüf edilirken, otların tamamen ıslanmasından sonra *Cuicoides*'lerin ortadan kayboldukları gözlenmiştir (74). Şiddetli yağmurda *Culicoides*'lerin uçuş aktiviteleri tamamen durmaktadır (71, 74, 174). Bununla birlikte, yağmurlu havalarda bile, kapalı alanlarda *Culicoides*'lerin uçuş aktiviteleri devam edmektedir.

1.2.5. Mevsimsel Dağılımları

Culicoides'lerin mevsimsel dağılımlarının bilinmesi mücadelenin ne zaman yapılması gerektiği hususunda çok önemlidir (204). Kıtalara veya ülkelere göre mevsimsel şartlar değiştiği için, mevsimsel aktivite de o kıtanın veya ülkenin iklim şartlarına göre değişmektedir. Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da daha çok ilkbahar-sonbahar döneminde, özellikle de yaz aylarında ortaya çıkan ergin *Culicoides*'lere Güney Afrika'da, iklim şartlarıyla doğru orantılı olarak sonbahar-lkbahar döneminde, özellikle kış aylarında daha çok rastlanmaktadır (199). *Cuicoides*'lerin tropik ve subtropik ülkelerde çok yaygın oldukları, iklimi ılıman olan bölgelerde bütün yıl, kara iklimine sahip bölgelerde ise sadece bahar ve yaz aylarında görüldükleri belirtilmiştir (30). Bununla birlikte, Kuzey Sudan'da, *C. kingi*'nin yağmurlu geçen Nisan ve Mayıs aylarına oranla, ısının daha düşük olduğu Ocak ve Şubat aylarında daha çok görüldüğü saptanmıştır (81). Sıcaklık, yağış, nem, toprağın pH'sı ve kapsadığı organik-inorganik madde miktarı mevsimsel dağılım üzerine etkili olmaktadır (71). *Culicoides*'lerin sayılarının hava sıcaklığının artmasına paralel olarak arttığı ve Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında zirveye ulaştığı kaydedilmiştir (58, 74, 158, 216). ABD'nin Güney Louisiana eyaletinde, *Culicoides*'lerin bahar ve yaz aylarında (Mart-Kasım) çok sayıda yakalandıkları, kışın tamamen ortadan

kayboldukları (106), Florida'da Şubat-Kasım (113), Güney Virginia'da ise Mayıs-Eylül (183) ayları arasında uçtukları tespit edilmiştir. Ilıman bir iklime sahip olan İsrail'de, *Culicoides*'lere yılın bütün aylarında rastlanırken (35), kara iklimine sahip olan Almanya'da Mayıs-Ekim (118, 158), Rusya'nın Avrupa bölümünde Mayıs-Eylül (74), Türkmenistan'da Mart-Kasım (146), Kırgızistan'da Mayıs-Eylül (112), Güney Kore'de Nisan-Kasım (107), İngiltere'de ise Nisan-Ekim (176), ayları arasında tesadüf edilmektedir. Sellers ve Pedgley (174) *Culicoides*'lerin İsrail ve Kıbrıs'ta Nisan ayında çoğalmaya başladıklarını, Eylül-Ekim aylarına kadar çok sayıda bulunduklarını, kış aylarında ise yoğunluklarının azaldığını ifade etmişlerdir.

Ergin *Culicoides*'lere Türkiye'nin İç Anadolu bölgesinde Nisan-Ekim ayları arasında tesadüf edilmektedir. Ergin *Culicoides*'lerin sayıları hava sıcaklığının artmasına paralel olarak artar, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında zirveye ulaşır (58, 63, 194). Dik (58) *Culicoides*'lerin Konya yöresinde Nisan-Ekim ayları arasında uçtuklarını, Temmuz ayında pik yaptıklarını ve Ekim ayının ikinci yarısından itibaren ortadan kayboldukları bildirmiştir. Yılmaz (216) Elazığ yöresinde de benzeri bulgular elde etmiştir. Eren ve ark (83) Ankara'da *Culicoides*'lere Mayıs-Ekim ayları arasında rastlamışlardır.

1.3. Sınıflandırma

Culicoides cinsi Diptera takımı, Nematocera alt takımı, Ceratopogonidae ailesi içinde yer alır. Ceratopogonid'ler daha önceleri Chironomidae ailesi içinde, Ceratopogoninae alt ailesi içinde incelenmiştir. Fakat Grassi, 1901 yılında Ceratopogonidleri bir aile altında toplamış, bu uygulama 1915 yılında Malloch tarafından da devam ettirilmiş ve Malloch, Ceratopogonidleri, ikiye ayrılmış M venine (M_1 ve M_2) sahip olmalarından dolayı Chironomidae ailesinden ayırarak Ceratopogonidae (Heleidae) ailesini kurmuştur (207). Ceratopogonidae ailesinde 130'dan fazla cins bulunmaktadır (25-27). Fakat vektörlük açısından değerlendirildiğinde bu cinslerden en önemlisi *Culicoides*'tir.

Culicoides cinsinin sistematikteki yeri şöyledir (26, 27).

Regnum	: Animalia
Kök	: Arthropoda
Alt Kök	: Antennata
Sınıf	: Insecta (Hexapoda)

Takım	: Diptera
Alt Takım	: Nematocera
Aile	: Ceratopogonidae
Alt Aile	: Ceratopogoninae
Tribe	: Culicoidini
Cins	: *Culicoides* Latreille, 1809

1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri

Culicoides örneklerinin gelişme dönemlerinin ve erginlerinin toplanmaları farklı yöntemlerle olur.

1.4.1. Gelişme dönemlerinin toplanması

Culicoides'lerin gelişme dönemlerinin toplanabilmesi için üreme yerlerinin çok iyi bilinmesi gerekir. *Culicoides*'ler, türlere bağlı bazı farklılıklar görülmekle birlikte genellikle sivrisineklerle aynı habitatlarda ürerler. Bazı türler sığır veya başka hayvanların hacimli dışkılarında da üreyebilirler.

Yumurtalar kepçe veya benzer kaplarla veya özel süzgeçlerle toplanabilir. Üreme yerlerinden alınan su, toprak, çamur, dışkı vb örnekleri plastik kaplar veya cam kavanozlar içinde laboratuvara getirilir. Su örnekleri suyun yüzeyinden alınmalıdır. Alınan örnekler bir büyüteçle veya stereo mikroskopta incelenebilir veya bir kap içinde mavi bir bez üzerine konur. Koyu zemin üzerinde yumurtaları görmek ve toplamak daha kolaydır. Alınan su örneklerinin küçük gözenekli süzgeçlerden süzülmesi sonrası yumurtalar süzgecin üzerinde toplanır (74).

Larva ve pupaları toplamak için bir kürek, bel veya spatula gibi özel bir kazı aracı ile 10 cm^2 çapında toprak örneği alınır. Larvalar soğuk havalarda derinlere doğru göç ettikleri için alınan toprak örneklerinin 5-10 cm derinliğinde olması larva ve pupaların bulunmaları açısından daha uygundur (193). Alınan örneklerin 10 x 10 cm, 10 x 20 cm ve 10 x 40 cm çaplarında ve 3 cm'den 10-15 cm derinliğe kadar olması gerektiği ifade edilmiştir. Alınan örnekler değişik yöntemlerle yıkanır. Büyük su birikintileri, göller ve bataklıklarda, alınan su örnekleri daha temiz olduğu için bu metot iyi sonuç verir. Sığ su birikintilerinde ise temizleme işlemi biraz zordur. Alınan örnekler küçük gözenekli süzgeçlerden geçirilir ve su iyice berrak hale gelinceye kadar bu işleme devam edilir. Süzgecin üzerinde

kalan larva ve pupalar temiz kavanozlara aktarılır, birçok kez sudan geçirilerek iyice temizlenir ve bir petri veya tabak içine alınır. Larva ve pupalar suyun üzerinde yüzerler ve bir pipetle toplanarak, ya incelenmek üzere içinde %70 alkol bulunan küçük cam şişelerde saklanırlar ya da ergin dönemleri elde etmek için insektoryumlara konurlar (74).

1.4.2 Erginlerin yakalanmaları

Culicoides' lerin yakalanmalarında değişik tip ve model aspiratörler ve farklı özellikteki tuzaklar kullanılmaktadır. Bunların başlıcaları; yapışma tuzakları, emme tuzakları, cezbedici hayvan tuzakları, çıkış tuzakları ve ışık tuzaklardır (58, 74, 161).

Çıkış tuzakları, genellikle larval habitatların belirlenmesinde kullanılır (32, 161). Pajor (161), değişik habitatlardaki *Culicoides* türlerinin toplanmalarında, üst tarafında toplama şişesi bulunan çadır şeklindeki çıkış tuzağı kullanmıştır.

Ergin *Culicoides*'lerin yakalanmalarında daha çok CO^2'li veya farklı tiplerde, aküyle veya elektrikle çalışan ışık tuzaklarından (Şekil 6) yararlanılmaktadır (14, 34, 58-60, 63, 65, 68, 83, 97, 152, 175, 176, 215). *Culicoides*'ler konaklarını, çıkardıkları CO^2'i algılayarak buldukları için *Culicoides* yakalamak için CO^2'li tuzaklar da kullanılmaktadır. Kayseri, Sultansazlığı'nda yapılan bir araştırmada siyah flüoresanlı Onderstepoort ışık tuzağı ve EVS Black CO_2 ışık tuzakları kullanılmış, *Culicoides*'lerin Onderstepoort tip ışık tuzağına daha fazla geldikleri tespit edilmiştir (215).

Türkiye'de yapılan ilk araştırmalarda (58-60, 63, 216) *Culicoides*'leri yakalamak için basit ışık tuzakları kullanılmış ve civa buharlı lamba veya fluoresan ışık kaynağının 15-20 cm altına, içinde yarısına kadar deterjanlı su bulunan küvet yerleştiririlerek örnekler toplanmıştır. Modern ışık tuzakları değişik özellikte ışık kaynağı, ışığa gelen *Culicoides*'leri çeken, pille veya elektrikle çalışan bir fan ve altta yer alan toplama kabından ibarettirler (Şekil 6). Toplama kabına bir miktar su ve antiseptik konulabilir (199). Bu amaçla birçok tuzak modeli geliştirilmiş ve farklı renk ve güçteki ışık kaynakları denenmiştir.

Nevill ve ark (155) *Culicoides*'lerin yakalanmasında emici ışık tuzağı kullanmışlar ve ışık kaynağı olarak 220 voltluk ultraviole lambadan yararlanmışlardır. Van Ark ve Meiswinkel (195) ise, *Culicoides*'leri yakalamak için emici ışık tuzağı kullanmışlar ve ışık kaynağı olarak 220 volt, 8 wattlık siyah lambadan faydalanmışlardır.

Braverman ve ark (34) Sina Yarımadası, İsrail ve Golan tepelerindeki *Culicoides* türlerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, Du Toit'in emici ışık tuzağına benzeyen modifiye New Jersey ışık tuzağından faydalanmışlardır. Navai ve Mesghali (154) İran'da, Ceratopogonidae' ler üzerine yaptıkları bir çalışmada New Jersey tipi ışık tuzağı, cezbedici hayvan tuzağı, emme tuzağı ve yapışma tuzağı kullanmışlar ve en çok örneği ışık tuzağı ve cezbedici hayvan tuzağı ile yakalamışlardır. Jennings ve ark (98) Türkiye'nin batı bölgelerinde, *Culicoides* türleri üzerine yaptıkları bir çalışmada 12 voltluk akü ile beslenen Monks Wood ışık tuzağından yararlanmışlardır.

Culicoides'lerin yakalanmalarında *Culicoides* türlerinin tercih ettikleri renkleri belirlemek için, araştırmacılar farklı renkte ve özellikteki ışık kaynaklarına sahip ışık tuzakları denemişlerdir (14, 18, 58-60, 92, 97, 109, 155, 187, 195). Belton ve Pucat (14), *Culicoides*' leri yakalamak için siyah ve beyaz fluoresan lambalı New Jersey ışık tuzağı kullanmışlar, siyah fluoresan ışıklı New Jersey tuzağının daha yararlı olduğunu belirtmişlerdir. *Culicoides* türlerinin yakalanmalarında 8 wattlık siyah flouresan ışık, 150 wattlık beyaz halojen ışık ve 150 wattlık kırmızı halojen ışığın etkisinin denediği bir araştırmada da siyah ışığın beyaz ve kırmızı ışıktan daha cezbedici olduğu saptanmıştır (187).

Yapılan diğer araştırmalarda, özellikle *C. imicola, C. obsoletus* s.l. ve *C. schultzei* gibi vektör türlerin siyah flüoresan ışığı tercih ettikleri gözlenmiştir (68, 69). Avustralya'da UV LED, sarı, yeşil, mavi LED ve standart ışığa sahip tuzaklar test edilmiş, Mavidil ve Akabane viruslarının en önemli vektörü olan *C. brevitarsis* ile *C. bundyensis, C. nattainensis* kompleks ve *C. victoriae*'nin yeşil LED'i, *C. marksi, C. dycei, C. bunrooensis* ve *C. austropalpalis*'in UV LED'i tercih ettikleri bildirilmiştir (18).

Farklı renklerde LED'lerin kullanıldığı çalışmalarda yeşil ışığın kırmızıdan daha cezbedici olduğu, *C. obsoletus, C. scoticus, C. dewulfi, C. pulicaris* ve diğer bazı türlerin yeşil ışığı tercih ettikleri (92, 97), fakat LED'li tuzaklarla yakalanan *Culicoides* sayısının klasik UV kaynaklı CDC tuzaklarından daha az olduğu belirtilmiştir (97). Bazı araştırmalarda ise ışık tuzaklarına CO_2 veya su aygırı, at, sığır, geyik, koyun gibi büyük hayvanların kıllarından elde edilen hekzan özütleri gibi cezbedici maddeler eklenmiş ve özellikle su aygırı kokusu eklendiği zaman yakalanan *Culicoides* sayısının normalden %262 oranında daha fazla olduğu bildirilmiştir (130).



Şekil 6. Değişik tipte ışık tuzakları

Bu tuzaklarda ışık kaynağının çevresi büyük böceklerin tuzağa girmelerine engel olacak gözenekte bir tel veya tülbentle çevrilirse, tuzakla yakalanan böceklerin içinden *Culicoides* örneklerinin ayıklanması daha kolay olur. Aksi takdirde toplama kabında Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera vb takımlarına ait büyük böcekler de girebilir. O zaman *Culicoides* örneklerinin ayıklanmaları güçleşir. Toplama kabında toplanan böcekler çıplak gözle incelenerek *Culicoides* veya *Culicoides*'e benzeyen diğer böcekler uzaklaştırılır ve geriye kalanlar petri kapları içinde stereo mikroskop altında incelenir ve *Culicoides*'ler ayrılır. Ayıklanan *Culicoides* örnekleri küçük cam şişelerde, eppendorf tüplerde veya benzer şekilde %70 alkol

içinde saklanır. Tüplerin üzerlerine örneklerin nereden ve ne zaman yakalandığını belirten kurşun kalemle yazılmış etiketler yapıştırılır. Eğer viral çalışmalar için kullanılacaklarsa o zaman antibiyotikli PBS (phosphate buffered saline) içinde soğuk zincirde saklanmalıdır.

1.4.3. *Culicoides* örneklerinin saklanmaları ve preparasyonları

Culicoides örnekleri cam şişelerde veya eppendorf tüplerde, %70 alkolde saklanır. Eğer hassas filogenetik çalışmalar için kullanılacaklarsa %95-%99 alkolde saklanmaları tavsiye edilmektedir. Tüpler içindeki alkol zamanla uçtuğu için zaman zaman tüpler kontrol edilip gerekirse alkol eklemek gerekebilir. Uzun zaman alkolde saklanan örneklerde, kanat benekleri özelliklerini kaybedebilirler. Bu yüzden örneklerden kalıcı preparatlar hazırlamak gerekir. Yakalanan örnekler %70 alkole alındıktan sonra, doymuş alkol-fenol çözeltisinde saydamlaşıncaya kadar bekletilmelidir. Doymuş alkol fenolün hazırlanışı ve daha ayrıntılı bilgi için Wirth ve Marston'dan (205) yararlanılabilir. Özellikle abdomen yeteri kadar saydamlaştıktan, spermatekalar belirgin olarak görülür hale geldikten sonra, örnek, üzerine yapıştırıcı madde konulmuş bir lam üzerine konur. Yapıştırıcı olarak Kanada balsam tercih edilmelidir. Kanada balsam çok kaliteli olmasının yanısıra, pahalı bir yapıştıcı olduğu için, temin edilemediği takdirde Hoyer, Berlesse veya Faure-forte ya da Entellan gibi yapıştırıcı solüsyonlarından birisi kullanılabilir. Entellan ile yapılan preparatlar daha sonra bozulabilmektedir. Hoyer, Berlesse veya Faure-forte solüsyonlarının kullanıldığı preparatlar ise çok geç kurumakta, preparat kutularına konulduktan sonra akabilmektedir. Bu yüzden Kanada balsam en iyi yapıştırıcı olarak görünmektedir. Lam üzerine, yapıştırıcı solüsyon üzerine konan örnek, stereo mikroskop altında, mikrocerrahi için uygun, ince bir bistüri veya iğne ucu ile diseke edilir. Baş, gövde, abdomen ve kanatlar çok ince uçlu özel bir iğne (insülin iğnesi, arkasına bir sap yapılarak kullanılabilir) yardımıyla dikkatli bir şekilde ayrılır. Mümkünse, kanatlar, baş ve abdomen ve gövde ayrı ayrı, küçük (8x8 mm) lameller altında yapıştırılmalıdır. Hepsinin aynı lamel altında yapıştırılması halinde kanatlarda kıvrılmalar veya diğer parçalarda parçalanmalar görülebilir. Kanatların her ikisi de mümkünse lama paralel halde, baş tam cepheden, anten ve palpler net bir şekilde görülecek şekilde, abdomen ventral yüz üste gelecek, spermateka veya hypopygium ayrıntılı olarak incelenebilecek şekilde yapıştırılmalıdır. Preparat hazırlandıktan sonra, lamın bir kenarına (gerekirse iki kenarına) türün, bu türü tanımlayan kişinin ismini ve tarihini, yakalandığı tarihi, yakalandığı yeri, ülkeyi, örneği toplayan ve teşhis eden kişinin isimlerinin olduğu bir etiket yapıştırılmalıdır. Preparatlar kuruyuncaya kadar 40-50°C'lik

etüvde birkaç hafta süreyle bekletilmeli, preparat kuruduktan, teşhis edilip etiketlendikten sonra özel preparat kutu veya dolaplarında saklanmalıdır.

1.4.4. İnsektaryumda üretilmeleri

Culicoides'ler insektaryumlarda üretilebilirler ve hatta laboratuvarda koloniler halinde yetiştirilebilirler. Biyolojik özelliklerini incelemek, vektörlük potansiyellerini ve insektisitlerin etkilerini araştırmak için birçok tür, özel laboratuvarlarda üretilmektedir. Muhtemel üreme yerlerinden alınan su, toprak, çamur veya dışkı örnekleri plastik kaplar içinde en kısa zamanda laboratuvara getirilir ve plastik kovalar içine konur. Kovaların üst kısımları sık gözenekli tülbentle kapatılır. Ayrıca yan kısmına da bir elin girebileceği genişlikte bir pencere açılarak orası da bir tülbentle kapatılır. Kovalar hergün kontrol edilir ve alınan toprak, çamur, dışkı vs örneklerin kurumaması için hergün veya gün aşırı kovaya su püskürtülerek içerisi nemlendirilir. Bir-buçuk ay süreyle bu işleme devam edilir ve bu süre içinde ergin hale geçen ve kovanın içinde uçmaya başlayan ergin *Culicoides*'ler aspiratörle çekilir (193). İnsektaryumlarda üretilen örneklerde ise, dişiler tarafından içi su dolu kaplar içine bırakılan yumurtalar veya larva ve pupalardan erginler elde edilir. Laboratuvar kolonisi kurulması düşünülüyorsa, elde edilen erginler tür teşhisleri yapıldıktan sonra, hangi türün veya türlerin üretilmesi düşünülüyorsa, onlar ayrı ayrı küçük gözenekli cibinliklerle kapalı küçük bölmelere veya kafeslere alınırlar. Isı ve nemin *Culicoides*'lerin üremeleri için en uygun şartlara (20-30 °C ısı ve %65-85 nem) göre ayarlanması ve laboratuvarın yeterince aydınlatılması gerekir (5). *Culicoides*'lerin beslenebilmeleri için de ortama su ve %10'luk şeker veya sıvı bal konulmalıdır. Her ne kadar ortama konulan bu sıvılar *Culicoides*'lerin ömürlerini artırsalar da, dişilerde ovaryumların gelişebilmesi ve yumurtaların oluşabilmesi için mutlaka kan emmeleri gerekir (41). Laboratuvarda 15-30 °C'de yetiştirilen *C.impunctatus*'larda ilk kan emişten 96 saat sonra olgun folliküllere rastlanmış, ortam ısısının azalmasına bağlı olarak bu sürenin 132 saate kadar uzadığı belirtilmiştir (43). Beslenen dişiler yumurtaları tekrar sulara bırakırlar ve böylece o tür veya türler ayrı ayrı, sürekli olarak üretilebilir.

Vektör çalışmalarında, erginler hangi hastalık üzerinde çalışılacaksa, ya o hastalığın etkeniyle deneysel olarak enfekte edilmiş hayvanların üzerlerinde beslenirler ya da enfekte kanla enfekte edilirler. Enfekte kanla beslenmeleri durumunda, etkenin *Culicoides*'in vücudunda çoğalıp çoğalmadığı ve gerçek vektör olup olmadığı araştırılır. Enfekte edilen

kemirici hayvanlar, koyun, keçi vs. özel bölmelerde veya cibinlikler içindeki kafeslerde tutulurlar ve aynı ortama araştırılacak *Culicoides* türünün aç dişileri bırakılarak hayvanlardan kan emmeleri sağlanır. Daha sonra aspiratörlerle toplanan *Culicoides*'ler canlı olarak küçük plastik kaplar içine alınarak hastalıktan temiz (patogen free) hayvanların bulunduğu ortama bırakılarak o hayvanlardan kan emmeleri sağlanır. Deney hayvanındaki değişiklikler izlenerek hastalığın ortaya çıkıp çıkmadığı gözlenir ve buna göre araştırılan *Culicoides* türünün vektör olup olmadığına karar verilir.

İnsektisit duyarlılık çalışmalarında da benzer şekilde üretilen *Culicoides* türlerine karşı değişik doz, süre ve yollarla insektisit uygulanarak sonuçları izlenir.

1.5. Tür tayin yöntemleri

Tür teşhisleri türlerin morfolojik özellikleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Fakat son yıllarda tür teşhisinde filogenetik çalışmalardan da yararlanılmaktadır.

Morfolojik teşhiste; örneğin büyüklüğü, varsa, kanatlardaki beneklerinin dağılımı, anten ve palplerin uzunlukları, antendeki sensilla coleoconicaların dağılımları, palpin üzerindeki duyu organlarının şekil veya sayıları, tibial taraktaki spinlerin sayıları ve uzunlukları, hypopygium, aedeagus ve paramerler incelenmelidir. *Culicoides* türleri dünyadaki coğrafi zonlara göre farklılıklar gösterdikleri için, bugüne kadar, bu konuda hazırlanan teşhis anahtarları ancak Palaeartic, North American, African, European ya da bazı ülkelerde tespit edilen türlere göre hazırlanmıştır (24, 53, 58, 74, 75, 91, 93, 94, 114, 122, 133, 164, 182).

Culicoides'leri diğer sineklerden ayıran başlıca özellikler; çok küçük olmaları, hortum, palp ve antenlerin şekilleri, kanatlarının genellikle benekli oluşu, M veninin M_1 ve M_2 veni olarak ikiye ayrılması, r-m çaprazveninin oluşu, r_1 ve r_2 hücrelerinin yapısıdır. Üçüncü palp segmentinin kalınlığı ve üzerindeki duyu organının şekli de teşhis açısından önemlidir. Duyu organı bazı türlerde sığ, bazı türlerde derin, bazen dar ve bazen de geniş bir çukur şeklinde olabilir. Anten 15 segmentten oluşmasına rağmen, ilk iki segment (scape ve pedisel) hem ölçümlerde hem de sensilla coeloconicaların dağılımlarında dikkate alınmaz. Sensilla coeloconicaların dağılımlarında 3–15. segmentler dikkate alınmaktadır. İlk sekiz segmentin (3–10) uzunluğu ile son beş segmentin (11–15) uzunluğunun toplamı ile anten uzunluğu hesaplanır, son beş segmentin uzunluğunun ilk sekiz segmente bölünmesiyle elde edilen antennal oran veya antennal index teşhis açısından önemlidir.

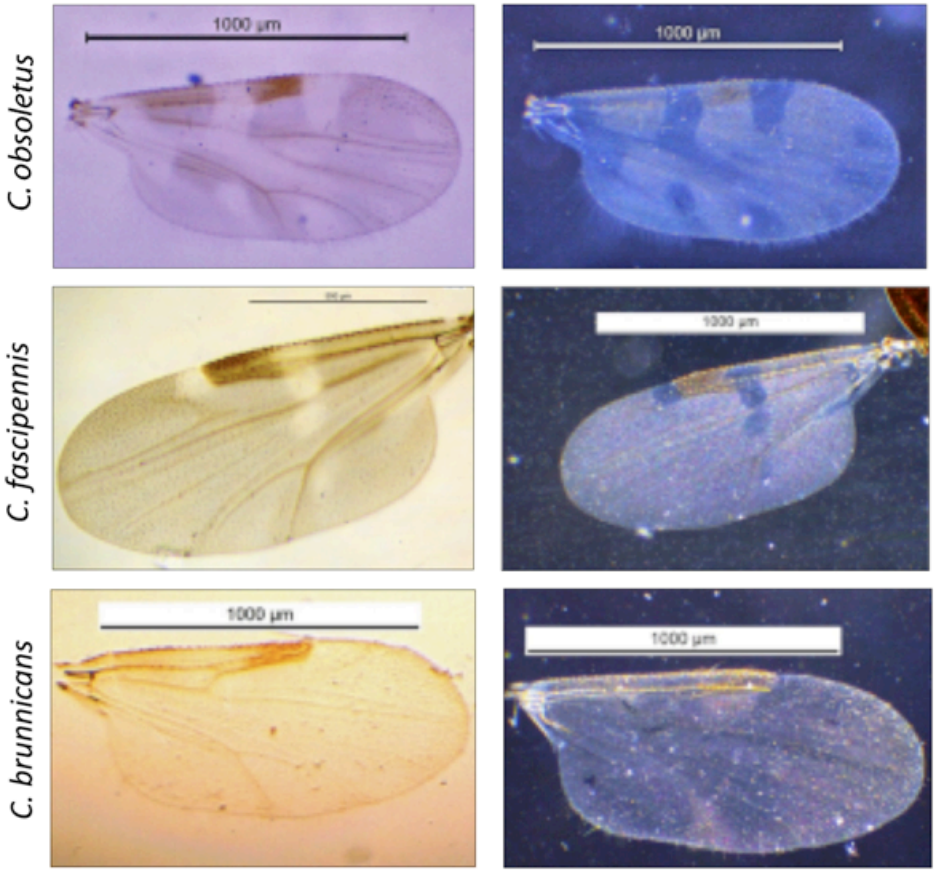
Erkeklerde kanat benekleri her ne kadar dişilerin ki ile aynı olsa da, kanat erkeklerde genellikle daha dar, benekler daha büyük ve şekilleri de biraz daha farklı olabilir. Erkelerde anten yapısı da dişilerden farklıdır. Antenler erkeklerde uzun kıllarla kaplı olmasının yanı sıra, segmentleşmeleri de değişiktir. Teşhislerde erkeklerdeki sensilla coeloconica çok önem taşımadığı için üzerinde fazla durulmamaktadır. Erkeklerde antennal oran da genel olarak dikkate alınmamaktadır. Dişilerde teşhis açısından oldukça önemli olan 3. palp segmentinin kalınlığı ve üzerindeki duyu organının şekli de erkeklerde farklı olup, teşhiste çok önem taşımamaktadır. Erkeklerde, morfolojik tür teşhisinde genital organların; aedeagus ve paramerlerin şekilleri ve kanattaki beneklerin dağılımları büyük önem taşımaktadır.

Çoğu türün teşhisi kanatlardaki beneklerin dağılımlarına göre yapılabilmekle birlikte, kanat benekleri birbirine benzeyen veya kanatları beneksiz olan türlerin teşhislerinde yukarıda belirtilen özelliklerin de iyi incelenmesi gerekir. Bazı türlerde kanat benekleri zayıf şekillendiği için kanat beneksiz gibi görünebilir. Bunun için kanadın faz-kontrast mikroskopta incelenmesinde yarar vardır (Şekil 7).

Culicoides türlerinin filogenetik teşhisleri üzerine yapılan araştırmalar son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır (13, 69, 96, 110, 132, 178, 214, 215). Bu amaçla bir çok PCR tekniğinde mitakondrial cytochrome oxidase I geni (mt-COI) (110, 214, 215) veya internal transcribed spacer 1 veya 2 (ITS-1, ITS-2) gibi ribozomal RNA genleri (132, 178) hedef alınmaktadır. Son yıllarda türlerin ayrımında nükleer tekniklerden de yararlanılmaktadır. Bu çalışmalarda carbamoylphosphate synthetase, aspartate transcarbamylase ve dihydroorotase (CAD) gibi nükleer işaretleyiciler (marker) kullanılmaktadır. Tür teşhisinde bir başka moleküler teknik de matrix-assissted laser desorption/ionisation time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS)'dir (178).

Filogenetik çalışmalarda elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, *Culicoides*'lerin tür teşhisleri giderek karmaşık bir hal almaktadır. Özellikle vektör çalışmalarında *Culicoides* örnekleri ayrıntılı olarak incelenememekte ve çoğu zaman kanatlardaki beneklere bakılarak tür veya kompleks teşhisi yapılmaktadır. Kanat beneklerine bakılarak ve beneklerdeki küçük farklılıklar göz önüne alınmayarak ya da görülmeyerek teşhis edilen örneklerin, filogenetik çalışmalar sonucu farklı türler olduklarının tespit edilmesi tür teşhisini zorlaştırmaktadır. Morfolojik teşhisin masrafsız oluşu, filogenetik çalışmaların pahalı olması ve pratikte uygulanmasının mümkün

olmaması, benzer ve/veya kriptik türlerinin teşhisini daha da güçleştirmektedir. Üstelik filogenetik çalışmalar için türlerin ayırımında morfolojik özelliklerin dikkate alınması gerektiği düşünüldüğünde, öncelikle morfolojik teşhisi yapabilecek uzmanlara ihtiyaç bulunmaktadır.



Şekil 7. Bazı *Culicoides* türlerinin dişilerine ait kanat örneklerinin ışık mikroskobu ve faz-kontrast mikroskoptaki görüntüleri (orijinal)

Ne yazık ki bu konuda yapılan araştırmaların bazılarında erkek genital organların, sensilla coeloconicaların dağılımlarının veya diğer morfolojik özelliklerin araştırıcılar tarafından yeterince bilinmemesi sonucu sadece kanat beneklerinin dikkate alındığı ve buna göre teşhis yapıldığı da gözlenmektedir. Bu da yapılan teşhislerin güvenilirliğini tartışmalı hale getirmektedir.

Binlerce *Culicoides* örneğinin filogenetik teşhisinin ekonomik açıdan mümkün olmaması, teşhis yapacak araştırıcı veya taksonomist sayısının

yetersizliği, her tür için en ince ayrıntılara kadar bakılmasının zorunluluğu ve bunun çok zaman alması, ya da yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı imkansız oluşu, teşhiste karşılaşılan belli başlı sorunlardır. Daha önce aynı alt cinslerde veya komplekslerde yer alan türlerin, filogenetik çalışmalar sonucu farklı alt cinslerde ya da komplekslerde yer aldıkları ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan daha önce sinonim olarak belirtilen türlerin filogenetik çalışmalar sonucu farklı türler oldukları da gözlenmektedir.

1.6. Türkiye'de Türkiye'de Tespit Edilen *Culicoides* Türleri ve Taksonomisi

Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmalarda 61 *Culicoides* türü tespit edilmiştir (68). Bu çalışmaların çoğu morfolojik özellikler dikkate alınarak yapılmış, hatta bazı çalışmalarda sadece kanat yapıları dikkate alınmıştır. Türkiye'de, *Culicoides* türlerinin morfolojik ve filogenetik teşhislerinin birlikte yapıldığı çalışmalar çok yenidir (69, 214, 215). Bu konudaki ilk çalışma Dik ve ark (69) tarafından yapılmış ve Güney ve Güneydoğu Anadolu bölgerlerinden toplanan *Culicoides* türlerinin filogenetik yapıları araştırılmıştır. Batı Karadeniz Bölgesi'nde yapılan bir araştırmada, özellikle *C. pulicaris* ve *C. fagineus* komplekslere ait türlerin morfolojik yapılarında bazı küçük farklılıklar tespit edilmiş (68) ve yeni veya sibling türlerin olabileceğinden şüphelenilerek bu komplekslerin filoegenetik yapısı çalışılmıştır. Batı Karadeniz bölgesi ve Konya yöresinden toplanmış *Culicoides pulicaris* kompleks üyelerinin ve/veya haplotiplerinin mt-COI gen bölgesine göre moleküler karakterizasyonları yapılmış ve filogenetik yapılanmaları ortaya konulmuştur. İlgili çalışmada (215) *Pulicaris* komplekste analizlere dahil edilen izolatlara ait nükleotid sekanslarında 22 farklı haplotipi ortaya koyan 151 polimorfik bölge saptanmış ve *C. fagineus, C. flavipulicaris, C. lupicaris, C. newsteadi, C. pulicaris, C. punctatus* moleküler olarak teşhis edilmiştir. O çalışma ile *C. delta* (*C. lupicaris*) türünün Türkiye'deki varlığı ilk kez moleküler düzeyde belirlenmiş ayrıca *Culicoides* alt soyunda morfolojik verilerle birlikte muhtemelen yeni bir tür karakterize edilmiş ve haplotip bazında özellikleri ortaya konmuştur (215). Kayseri, Sultansazlığı'nda yapılan bir diğer çalışmada ise *C.riethi, C. circumscriptus, C. maritimus* (*C. submaritimus*), *C. gejgelensis, C. duddingstoni, C. longipennis* ve *C. festivipennis* türlerine ait nesiller için Türkiye'de ilk kez mt-COI DNA barkodları sağlanmış ve moleküler karakterizasyonları yapılmıştır. Ayrıca *C. maritimus* ve *C. longipennis* nesillerine ait mt-DNA barkodları dünyada ilgili türler için ilk moleküler verileri oluşturmuş ve *C. longipennis* türü o çalışmayla moleküler taksonomiye kazandırılmıştır (215).

Culicoides cinsine ait geniş kapsamlı bir alt cins anahtarı bulunmamaktadır. Ayrıca, *Culicoides* cinsinin taksonomisi de oldukça karışık olup, gerek alt cinsler ve gerekse bu alt cinslerdeki türler ve sinonimleri ile ilgili veriler bazı kaynaklarda farklılıklar göstermektedir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda, daha önce farklı isimlerle bildirilen bazı türlerin daha sonra sinonim oldukları, ya da daha önce sinonim olarak değerlendirilen bazı türlerin daha sonra ayrı tür oldukları ortaya çıktığından dolayı mevcut tür sayısında bazı karışıklıklar olmuştur.

Son sınıflandırmaların ışığında (26, 27), Türkiye'de tespit edilen 61 türün *Culicoides* cinsi içindeki yerleri ve bulundukları alt cinsleri aşağıda verilmiş ve Türkiye'de daha önce başka isimlerle bildirilmiş olmasına rağmen, daha sonra sinonim oldukları belirlenen türlerin isimleri de sinonimi oldukları türün yanında parantez içinde belirtilmiştir. Türlerin bölgelere göre dağılımları ile ilgili olarak Dik ve ark (65, 68, 69) ve Turgut ve Kılıç (189) başta olmak üzere diğer kaynaklardan yararlanılabilir.

Türkiye'de yapılan çalışmalar sonucu tespit edilen *Culicoides* türlerinin Borkent'e (26, 27) göre sistematikteki yerleri şöyledir.

Cins: *Culicoides* Latreille, 1809

Alt Cins: *Avaritia* Fox, 1955

1. *C. dewulfi* Goetghebuer, 1936

Bu türe Türkiye'de çok nadir olarak rastlanmaktadır. Navai (153) bu türü Adana'dan, Turgut ve Kılıç (189) ise Ordu'nun Fatsa ilçesinden bildirmiştir.

2. *C. imicola* Kieffer, 1913

Kuzey Afrika, Ortadoğu, Güney Avrupa ve Türkiye'de Mavidil, Akabane, Ephemeral Fever, Schmallanberg vb. hastalıkların en önemli vektörüdür. *C. imicola* sensu stricto (s.s.) tropikal ve subtropikal bölgelerde görülen bir tür olup, Türkiye'nin özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde yaygın olarak görülmektedir (58, 63, 65, 69, 211). Diğer bölgelerde nadir olarak tespit edilmiştir (65, 68) (Şekil 8).

3. *C. montanus* Schakirzjanova, 1962

C. montanus, C. obsoletus kompleks içinde yer alan bir türdür. Türkiye'de bu türün sadece dişisi tespit edilmiş, erkeğine rastlanmamıştır (153).

4. *C. obsoletus* (Meigen), 1818

Kozmopolit bir tür olup, *C. imicola*'dan sonra, *C.pulicaris* ile birlikte Avrupa'da Mavidil'in en önemli vektörülerinden birisidir. *C. obsoletus* s.s. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinden genel olarak düşük sayılarda bildirilmiş olmakla birlikte, Batı Karadeniz bölgesindeki en yaygın türdür (68) ve Orta Karadeniz bölgesinde de oldukça sık görülmektedir (189) (Şekil 9).

5. *C. scoticus* Downes and Kettle, 1952

C.obsoletus s.s.'a çok benzer. Ondan biraz daha büyüktür. Konya (58), Denizli (60) ve Bolu'da rastlanmıştır (68).

Not: *Culicoides obsoletus* sensu lato (s.l.) komplekste bulunan türleri morfolojik olarak ayırmak çok zordur. Morfolojik olarak bu komplekste bulunan diğer türlere çok benzeyen, dişisi *C. obsoletus* s.l.'dan zorlukla ayırt edilebilen, fakat genetik yapısı bu komplekste türlerden farklı olan *C. dewulfi*'nin erkeği aedeagusunun tipik yapısından dolayı kolayca teşhis edilebilir.

Bazı çalışmalarda bu türler kanat benekleri dikkate alınarak *C.obsoletus* kompleks olarak teşhis edildiğinden dolayı, bu komplekste yer alan *C. scoticus* ve daha önce *C.obsoletus* komplekste yer alan *C. dewulfi*'nin yaygınlığının bildirilenlerden daha fazla olması mümkündür. Bu komplekste yer alan ve Avrupa'da sıklıkla görülen *C. chiopterus*'a Türkiye'de rastlanmamıştır.

Alt Cins: *Culicoides* Latreille, 1809

1. *C. delta* Edwards, 1939

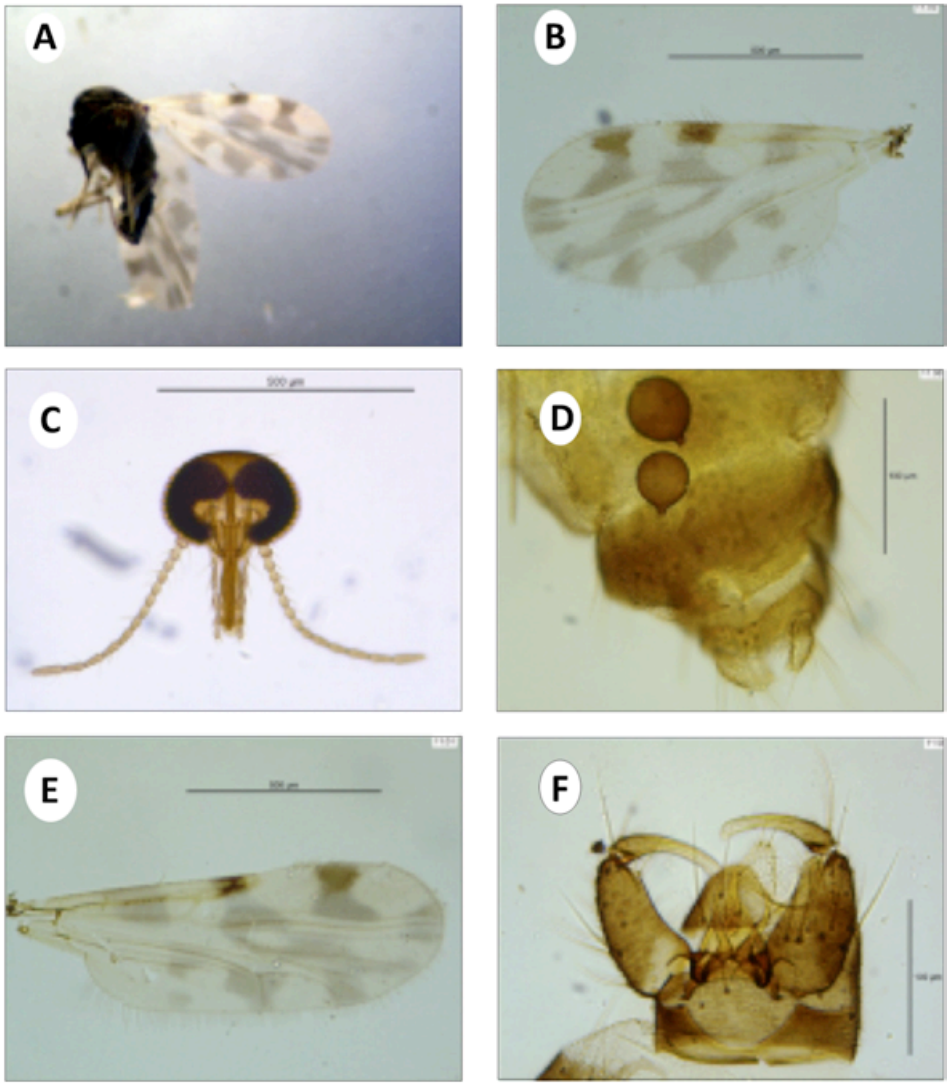
C. delta 1939 yılında Edwards tarafından tanımlanmıştır. Bu tür sadece Zonguldak, Devrek'te ve *C. lupicaris* olarak teşhis edilmiştir. Fakat Borkent (25) *C. lupicaris*'i *C. deltus*'un sinonimi olarak belirtildiği (25) için, Dik ve ark (68) bu türü *C. deltus* olarak bildirmişlerdir. Borkent (26)'in son kataloğunda *C.lupicaris C. delta*'nın sinonimi olarak belirtildiği için, bu makalede *C. delta* ismi kullanılmıştır.

2. *C. fagineus* Edwards, 1939

Bu tür Türkiye'de nispeten seyrek görülen türlerden birisidir. Önceki çalışmalarda, İç, Batı, Güney ve Güneydoğu Anadolu'da nadir olarak rastlanan bu türe daha sonraki araştırmalarda Türkiye'nin kuzeyinde, Trakya ve Karadeniz bölgelerinde daha çok rastlanmıştır (68, 149). *C. fagineus* Konya (58), Edirne, İstanbul, Tekirdağ (55, 149), Ordu, Tokat (189), Bartın, Bolu, Düzce ve Zonguldak'tan kaydedilmiştir (68).

3. ***C. flavipulicaris*** Dzhafarov, 1964

Önceleri seyrek görülen türlerden biri olan ve genellikle az sayılarda rastlanan *C. flavipulicaris*'e daha sonraları daha sık olarak rastlanmaya başlamıştır. Bu tür Konya (58), Kütahya (60), Hayrabolu ve Malkara (149), Bartın, Bolu, Düzce, Zonguldak ve Kastamonu'da tespit edilmiştir (68).



Şekil 8. *C. imicola*, A-D: dişi birey, A. ergin, B. kanat, C. baş, D. spermateka; E-F: erkek birey, E. kanat, F. hypopygium, (orijinal)

4. ***C. newsteadi*** Austen, 1921

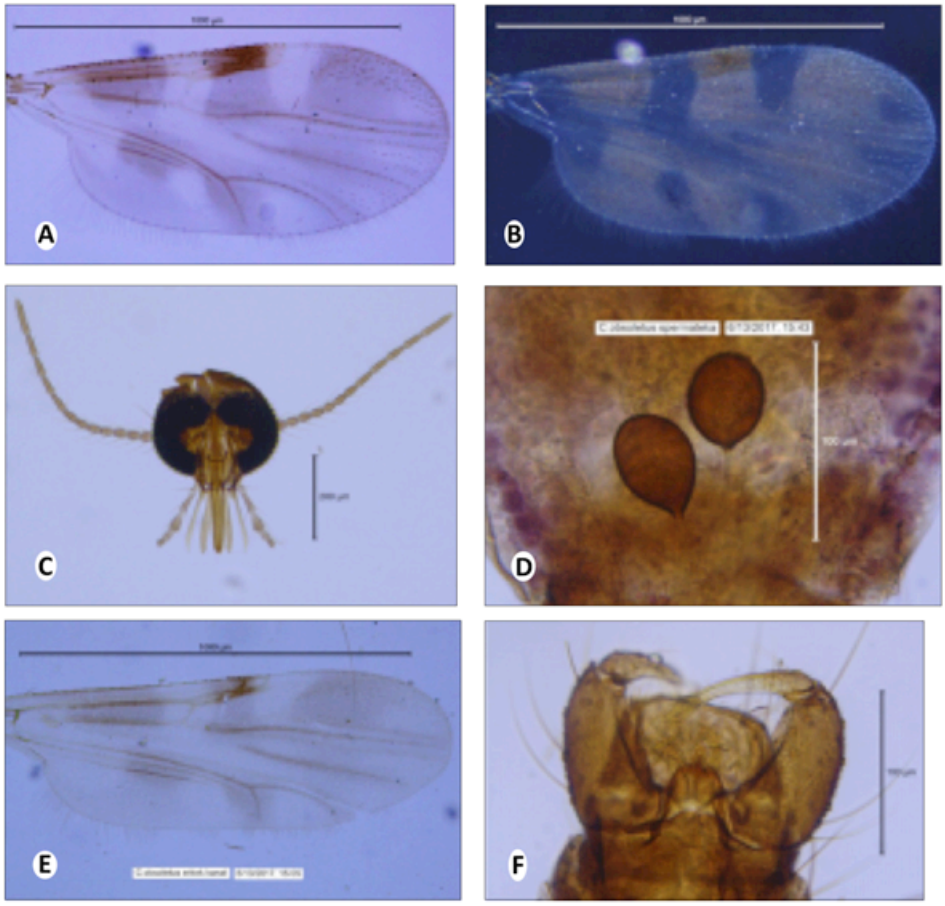
Kozmopolit bir tür olup, Türkiye'nin her bölgesinde sıklıkla görülmektedir.

5. ***C. pulicaris*** (Linnaeus), 1758

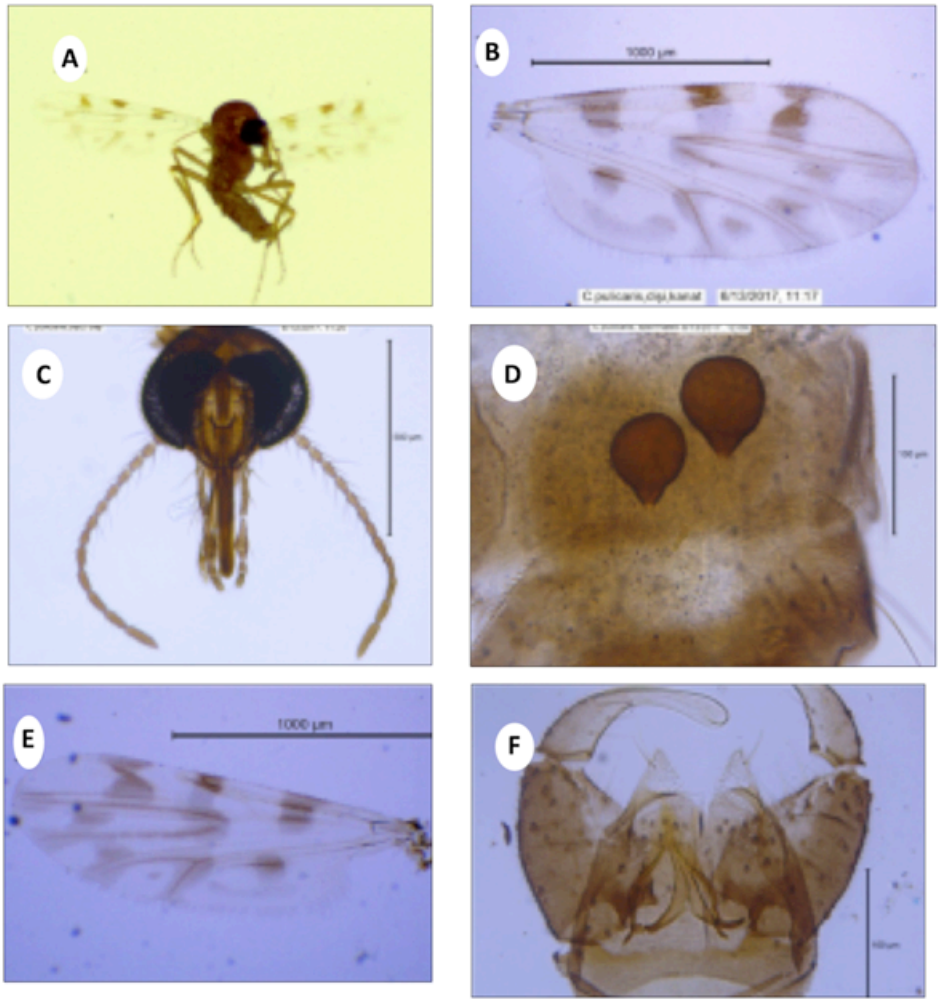
Bu tür de Avrupa'da Mavidil'in önemli vektörlerinden birisidir. *C. pulicaris* Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinden bildirilmiştir (Şekil 10).

6. ***C. punctatus*** (Meigen), 1804

Bu tür *C.pulicaris*'e benzer. Kozmopolit bir türdür. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde rastlanmıştır. *C. pulicaris*'e oranla daha yaygın ve sık görülen bir türdür.



Şekil 9. *C.obsoletus*, A-D: dişi birey; A-B; kanat, A- ışık mikroskobu, B. faz-kontrast, C. baş, D. spermateka; E-F: erkek birey; E. kanat, F. hypopygium (orijinal)



Şekil 10. *C. pulicaris* s.s., A-D: dişi birey; A. ergin, B. kanat, C. baş, D. spermateka; E-F: erkek birey; E. kanat, F. hypopygium (orijinal)

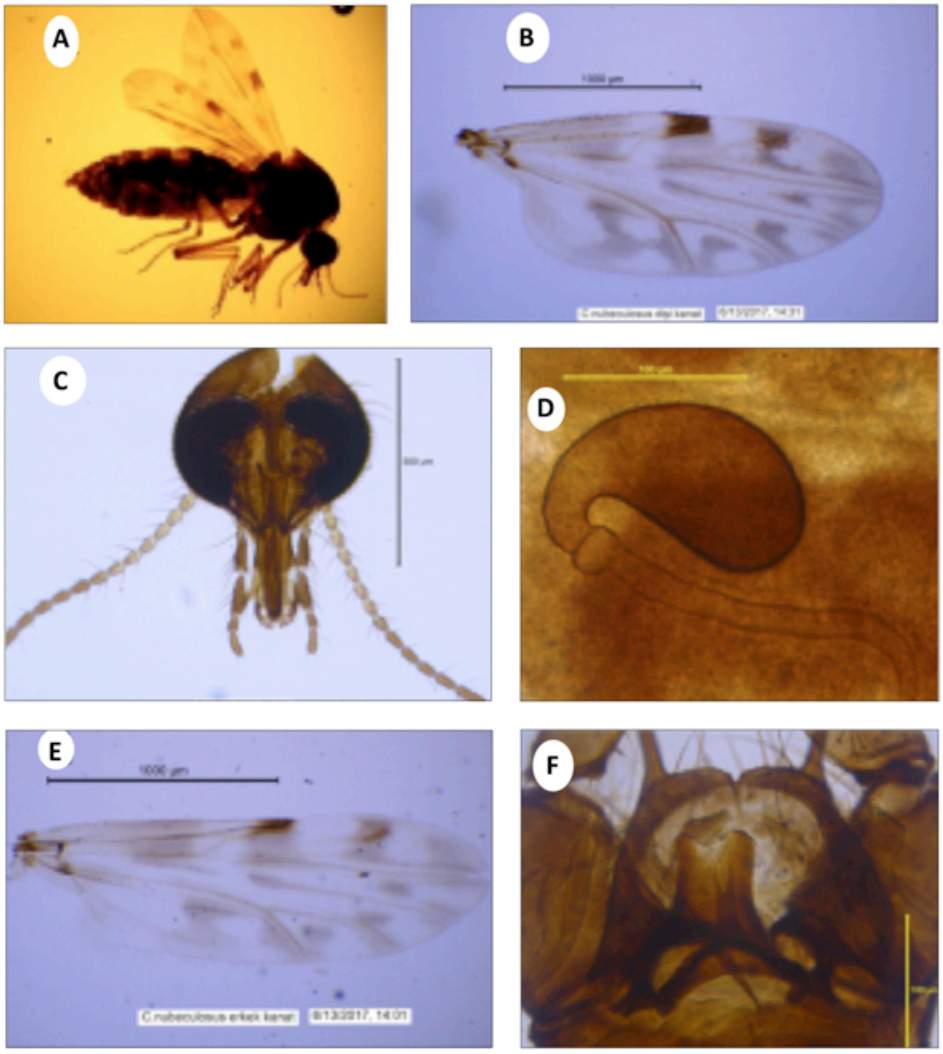
Alt Cins: *Monoculicoides* Khalaf, 1954

1. *C. nubeculosus* (Meigen), 1830

Kozmopolit bir türdür. Türkiye'nin her bölgesinde, fakat genellikle az sayılarda rastlanmaktadır (Şekil 11).

2. *C. parroti* Kieffer, 1922

C.parroti'ye Türkiye'nin birçok bölgesinde rastlanmakla birlikte, genelde az sayılarda rastlanan bir türdür (55, 65, 68, 189, 192). Karadeniz bölgesinde daha yaygın olarak görülmektedir (68, 189).



Şekil 11. *C. nubeculosus* s.s., A-D; dişi birey; A. ergin, B. kanat, C. baş, D. spermateka; E-F: erkek birey; E. kanat, F. hypopygium (orijinal)

3. *C. puncticollis* (Becker), 1903

Bu tür *C. nubeculosus* ve *C. riethi*'ye çok benzer. Bu tür de kozmopolit bir tür olup, Türkiye'nin her tarafında, zaman zaman çok yüksek sayılarda rastlanmaktadır.

4. *C. riethi* Kieffer, 1914

C. riethi her ne kadar *C. nubeculosus* s.s. ve *C. puncticollis* kadar yaygın bir tür

olmasa da, bazen çok sayılarda rastlanmıştır. Türkiye'de *Nubeculosus* komplekste yer alan 3 tür bulunmaktadır. Bunlar; ***C. nubeculosus*** s.s, ***C. puncticollis*** ve ***C. riethi***'dir. Bu türler Türkiye'de görülen en büyük *Culicoides* türleridir ve genellikle sığır dışkısında üredikleri için ahırların, gübreliklerin çevrelerinde çok sayıda bulunurlar.

Bu türleri preparat yapmadan, ayrıntılı olarak incelemeden, sadece kanat beneklerine göre ayırmak mümkün değildir. Bu türler dişilerde spermatekaların, erkeklerde ise hypopygiumların, aedeagus ve paramerlerin yapılarındaki farklılıklarla birbirlerinden ayrılırlar. Özellikle vektör çalışmalarında toplanan *C. nubeculosus* örnekleri *C. nubeculosus* kompleks olarak değerlendirildiği için bu 3 türün Türkiye'deki dağılımları kesin değildir.

Alt Cins: *Oecacta* Poey, 1853

1. ***C. azerbajdzhanicus*** Dzhafarov, 1962

Bu türe sadece Elazığ yöresinde rastlanmıştır (216).

2. ***C. brunnicans*** Edwards, 1939

Bu türün kanatlardaki benekleri çok zayıf şekillendiği ve benekleri ışık mikroskobunda çok zor görüldüğü için teşhisi zordur ve bu yüzden bazı araştırmalarda gözden kaçırılmış olabilir. Teşhis için kanatların faz-konrast mikroskopta incelenmesi gerekmektedir (Şekil 7). Ordu (189), Bartın, Bolu, Düzce ve Kastamonu'dan bildirilmiştir (68).

3. ***C. dzhafarovi*** Remm, 1967

Kozmopolit bir türdür ve bazı bölgelerde çok yaygın olmak üzere, Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde, fakat genel olarak az sayılarda rastlanmaktadır (65).

4. ***C. furcillatus*** Callot, Kremer, Paradis, 1962

Önceleri sadece Elazığ (özellikle Baskil) (216), İzmir (153) ve Ordu'dan (189) bildirilen bu türe Batı Karadeniz bölgesinde yaygın olarak rastlanmıştır (68).

5. ***C. longipennis*** Khalaf, 1957

C. longipennis kozmopolit bir türdür. Bu türe Türkiye'nin her bölgesinde, özellikle güney ve güneydoğu illerinde, bazen çok fazla sayılarda rastlanmaktadır.

6. *C. picturatus* Kremer ve Deduit, 1961

C. picturatus'a daha önceki çalışmalarda sadece Konya (58, 63) ve Elazığ'da (216) rastlanmıştır. Fakat bu türün Batı Karadeniz bölgesinde yaygın olarak görüldüğü, o bölgede *C. obsoletus* kompleksten sonra en yaygın tür olduğu, Bartın ve Bolu'dan çok fazla sayılarda toplandığı kaydedilmiştir (68).

7. *C. sahariensis* Kieffer, 1923 (Sin: *C. coluzzii* Callot, Kremer, Bailly Choumara, 1970)

Bu tür en küçük türlerden birisi olup morfolojik olarak *C. longipennis*'e çok benzer. Bu tür Mersin, *C.coluzzii* olarak (59), Denizli, Kütahya ve Muğla (60) ve Hatay'dan bildirilmiştir (67). Borkent (26) *C. coluzzii*'nin *C. sahariensis*'in sinonimi olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, Talavera ve ark (182) *C. coluzzii*'de M_1 hücresindeki açık lekenin m_1 ve m_2 venine değdiğini, *C.sahariensis*'de ise temas etmediğini, morfolojik ve moleküler çalışmalarda bu iki tür arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Kanat beneklerinin *C. longipennis*'e çok benzemesinden dolayı, ayrıntılı incelenmeyen örneklerde bu iki türün karıştırılmış olma ihtimali bulunmaktadır.

8. *C. semimaculatus* Clastrier, 1958

Bu türe sadece Elazığ yöresinde (Maden) sadece 1 dişisine rastlanmıştır (216). Bu türün erkeğine Türkiye'de tesadüf edilmemiştir.

9. *C. trivittatus* Vimmer, 1932 (sin: C. *subneglectus* Vimmer, 1932; *C. bulbostylus* Khalaf, 1961)

C. trivittaus Elazığ yöresinden ***C. subneglectus*** olarak bildirilmiştir (216). Kovancılar ilçesi dışındaki yerlerde genel olarak az sayılarda yakalanan bu türün Türkiye'nin Güney ve Güneydoğu bölgelerinde de tespit edildiği ifade edilmiş, fakat nerelerden toplandığı belirtilmemiştir (39). Bu tür Diyarbakır (153) ve Denizli (Salihağa) (60)'dan da ***Culicoides bulbostylus*** olarak bildirilmiştir.

10. *C. truncorum* Edwards, 1939

C. truncorum'a Konya (58), Elazığ (216), Ankara (83), Kütahya (60) ve Tokat (189) yörelerinde ve genel olarak az sayılarda rastlanmıştır. Elazığ yöresinde, özellikle de Sivrice ilçesi dışında çok az sayılarda yakalanmıştır.

11. *C. turanicus* Gutsevich ve Smatov, 1966

C. turanicus Türkiye'de nadir görülen bir türdür ve bugüne kadar sadece Denizli'den (Salihağa, 3 ♀♀) kaydedilmiştir (60).

12. ***C. vexans*** Staeger, 1839

C. vexans Türkiye'de seyrek görülen türlerden birisidir. Konya (58, 64); Elazığ (216), Ordu (189), Bolu ve Kastamonu'da (68) birkaç örneğine rastlanmıştır.

Alt Cins: *Pontoculicoides* Remm, 1968

1. ***C. denisoni*** Boorman, 1988

Bu türe, bugüne kadar sadece Antalya'da (Serik, 3 ♀♀) rastlanmıştır (59).

2. ***C. ibericus*** Dzhafarov, 1964

C. ibericus Konya (Hadim) (58), Antalya (60, 98), Elazığ (216) ve İzmir'den (Bornova) (60) bildirilmiştir. Genel olarak az sayıda rastlanan bu türün Türkiye'de sadece dişisine rastlanmış, erkek örneği tespit edilememiştir (65).

3. ***C. saevus*** Kieffer, 1922

C. saevus Türkiye'de yapılan araştırmaların çoğunda, fakat genellikle az sayılarda tespit edilmiştir (65, 189).

4. ***C. sejfadinei*** Dzhafarov, 1958

Bu tür sadece Elazığ yöresinde ve nispeten az sayılarda tespit edilmiştir (216).

5. ***C. slovacus*** Orszagh, 1969

C. slovacus ender görülen türlerden birisi olup, sadece Elazığ yöresinden (216) ve Bolu'dan bildirilmiştir (68). Türkiye'de bu türün yalnız dişisine rastlanmıştır.

6. ***C. tauricus*** Gutsevich, 1959

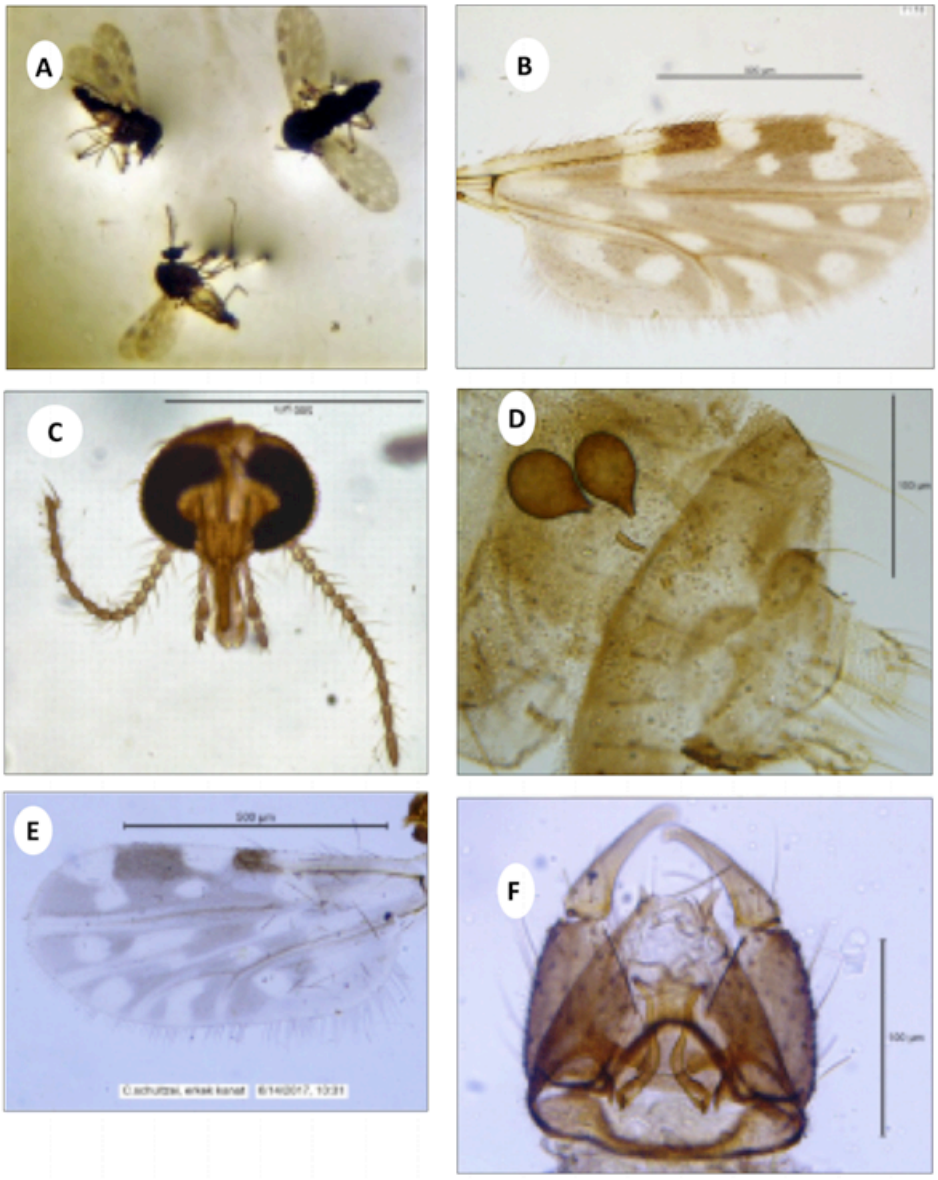
C. tauricus'a Türkiye'nin İç Anadolu, Batı Anadolu, Güney ve Güneydoğu Anadolu ve Batı Karadeniz bölgelerinde genel olarak düşük sayılarda rastlanmıştır (58-60, 68, 216).

Alt Cins: *Remmia* Glukhova, 1977

1. ***C. schultzei*** (Enderlein), 1908

Bu tür bazı araştırmalarda *C. schultzei* kompleks olarak değerlendirilmiştir. Özellikle Güney, Güneydoğu ve Batı Anadolu bölgelerinde yaygın olarak görülmektedir (Şekil 12). Diğer bölgelerde ise seyrek olarak rastlanmaktadır. Güney ve Güneydoğu Anadolu'da yapılan çalışmalarda,

özellikle Şanlıurfa başta olmak üzere, Hatay ve Adana'da binlerce örneğine rastlanmıştır (69, 187). İç Anadolu (58) ve Batı Karadeniz bölgelerinde (68) nadir olarak saptanmıştır.



Şekil 12. *C. schultzei*, A-D: dişi birey; A. ergin, B. kanat, C. baş, D. spermateka; E-F: erkek birey; E. kanat, F. hypopygium (orijinal)

Alt Cins: Sensiculicoides Shevchenko, 1977

1. ***C. alazanicus*** Dzhafarov, 1961

Bu tür sadece Batı Karadeniz bölgesinde, Bartın ve Zonguldak'ta tespit edilmiştir (68).

2. ***C. cataneii*** Clastrier, 1957

C. gejgelensis'e çok benzeyen *C. cataneii*'ye Türkiye'nin değişik bölgelerinde, fakat az sayılarda rastlanmaktadır (65).

3. ***C. duddingstoni*** Kettle and Lawson, 1955

Bu tür Türkiye'de oldukça seyrek görülen türlerden birisidir. Konya (58), Denizli, Kütahya (60), Sinop (58, 66), Samsun (189) ve Kayseri'de (215) saptanmıştır.

4. ***C. festivipennis*** Kieffer, 1914 (Sin: *C. odibilis* Austen, 1921)

C. festivipennis Türkiye'de sık görülen türlerden birisidir. Bu türe karasal iklime sahip bölgelerde daha sık, sıcak bölgelerde ise daha az rastlanmıştır (65).

5. ***C. gejgelensis*** Dzhafarov, 1964

C. gejgelensis Türkiye'de sık rastlanan türlerden birisidir ve bazen az, bazen çok olmak üzere her bölgede bu türe rastlanmaktadır (65).

6. ***C. griseidorsum*** Kieffer, 1918

Bu türe sadece Orta Karadeniz bölgesinde, Samsun'da rastlanmıştır (189).

7. ***C. heliophilus*** Edwards, 1921

Bu tür de seyrek görülen türlerden birisidir ve bugüne kadar sadece Konya (58) ve Elazığ (216) yörelerinde rastlanmıştır. Elazığ'ın Baskil ilçesi dışında genel olarak az sayılarda yakalanmıştır (216).

8. ***C. kibunensis*** Tokunaga, 1937 (Sin: *C. cubitalis* Edwards, 1939)

C. kibunensis nispeten kozmopolit bir türdür ve Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde görülmektedir (65). Bazı çalışmalarda *C. cubitalis* olarak bildirilmiştir.

9. ***C. kolymbiensis*** Boorman, 1988

C. kolymbiensis Elazığ yöresinde sık olarak tespit edilmesine rağmen (216), Elazığ yöresi dışında Ordu, Mesudiye'de rastlanmış (189), diğer yerlerde ise bu türe rastlanmamıştır.

10. *C. kurensis* Dzhafarov, 1960

Bu türe Antalya'da çok sayıda rastlanmış (98), Diyarbakır (153) ve Denizli (Salihağa) (98)'de de az sayılarda tespit edilmiştir. Bu örneklerin, kanat beneklerinin çok benzemesinden ve daha önce *C. badooshensis*'in sinonimi olarak kabul edilmesinden dolayı her iki türün dağılımının karıştırılmış olma ihtimali bulunmaktadır.

11. *C. maritimus* Kieffer, 1924 (Sin: *C. submaritimus* Dzhafarov, 1962)

C. maritimus'a Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde rastlanmaktadır. Daha önceleri farklı türler olarak kabul edilen ve sadece antenin son segmentinde sensilla coeloconica bulunup bulunmamasına göre ayırtedilen *C. submaritimus*'un *C.maritimus*'un sinonimi olduğu ifade edilmiştir (26). Bununla birlikte Talevera ve ark (182) *C. submaritimus*'un 15. anten segmentinde sensilla coeloconica bulunmadığını, r_3 (r_5) hücresindeki lekenin daha büyük olduğunu ve bu yüzden *C. submaritimus*'un *C. maritimus*'dan farklı bir tür olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye'de Dik (58-60) ve Dik ve ark (65) tarafından yakalanan örnekler Kremer (114) ve Talavera ve ark (182)'nın tanımına uymaktadır. Bu nedenle önceleri *C. submaritimus* olarak teşhis edilmiş, fakat Borkent (26)'in *C. submaritimus*'u *C. maritimus*'un sinonimi olarak bildirmesinden sonra *C. maritimus* olarak değerlendirilmeye başlanmıştır.

12. *C. odiatus* Austen, 1921 (Sin: *C. lailae* Khalaf, 1961, *C. indistinctus,* Kalaff, 1961)

C. odiatus Türkiye'de sık görülen türlerden birisidir ve her bölgede görülmektedir (65). Daha önceleri *C. odiatus* ile *C. indistinctus* ayrı ayrı türler olarak kabul edilmelerine rağmen, Borkent (26) *C. indistinctus*'un *C. odiatus*'un sinonimi olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle daha önceki bazı yayınlarda *C. indistinctus* olarak teşhis edilen örnekler *C. odiatus* olarak değerlendirilmiştir.

13. *C. pictipennis* (Staeger), 1839

Bu türün dağılımı oldukça sınırlıdır. Bugüne kadar sadece Diyarbakır, İzmir (153), Elazığ (216) ve Karadeniz bölgesinden (68, 189) bildirilmiştir.

14. *C. shaklawensis* Khalaf, 1961

C. shaklawensis Türkiye'de nispeten çok görülen bir türdür. Özellikle iç bölgelerde çok sayıda rastlanırken, kıyı bölgelerde çok az sayılarda tespit edilmiştir (65).

15. ***C. simulator*** Edwards, 1939

C. simulator daha çok Konya (58), Elazığ (216) ve Ankara (83) yörelerinde tespit edilmiştir. Yayılışı sınırlıdır.

16. ***C. vidourlensis*** Callot, Kremer, Molet ve Bach, 1968

Bu türe özellikle Elazığ yöresinde çok sık rastlanmış (216), Antalya (Serik-Akbaş köyü) (59) ve Denizli (Salihağa) (60)'de de birer dişisine tesadüf edilmiştir.

Alt Cins: *Silvaticulicoides* Glukhova, 1972

1. ***C. achrayi*** Kettle and Lawson, 1955

Bu türe Elazığ yöresinde nispeten fazla rastlanmıştır (216). *C. achrayi* Konya (Kadınhanı) (58, 63), Ankara (Kazan) (83), Orta ve Batı Karadeniz (68, 189) bölgelerinden de bildirilmiştir.

2. ***C. fascipennis*** (Staeger, 1839)

C. fascipennis Türkiye'de genel olarak az sayılarda görülen bir türdür. Bu türe bugüne kadar Konya (58), Antalya (59), Şanlıurfa (65) Orta ve Batı Karadeniz (68, 189) bölgesinde rastlanmış ve sadece dişi örnekleri yakalanbilmiştir. Daha çok ağaçlık bölgelerde tesadüf edilmiştir

3. ***C. subfascipennis*** Kieffer, 1919

C. subfascipennis Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde, fakat az sayılarda rastlanan bir türdür (65). Bu tür de, *C. fascipennis*, *C. obsoletus* s.l. gibi ağaçlık bölgelerde daha çok görülmektedir.

Alt Cins: *Wirthomyia* Vargas, 1973

1. ***C. minutissimus*** (Zetterstedt), 1855 (Sin: *C. tugaicus* Dzhafarov, 1960)

C. minutissimus'a (*C. tugaicus*) sadece İzmir, Bornova'da (2 ♀ 9 ♂) rastlanmıştır (153). *C. minutissimus* daha önceleri *C. pumilus*'un sinonimi olarak kabul edildiği için, Türkiye'de *C. pumilus* olarak kaydedilen örneklerin bir kısmının *C. minutissimus* olma ihtimalleri bulunmaktadır.

2. ***C. reconditus*** Campbell ve Pelham-Clinton, 1960

Bu türe sadece Çorum'da (Mecitözü–1 ♀) rastlanmıştır (189).

Alt Cins içine konulmamış, stonei species group

1. ***C. pallidicornis*** Kieffer, 1919

C. pallidicornis'e Konya-Hadim (58), Elazığ yöresi (116) ve Batı Karadeniz bölgesinde az sayılarda rastlanmıştır (68).

Sınıflandırmaya dahil edilemeyen türler

1. ***C. badooshensis*** Khalaf, 1961

Bu tür Elazığ yöresi (216), Ege Bölgesi (60) ve Güneydoğu Anadolu bölgesinden (Adıyaman ve Gaziantep) (69) bildirilmiştir. Türkiye'de hem *C. badooshensis* hem de *C. kurensis*'e rastlanmıştır. Her iki tür, kanatlardaki açık lekelerin dağılımlarının benzer olmasından ve daha önceleri sinonim olarak kabul edilmelerinden dolayı (24), Türkiye'den kaydedilen türlerin gerçekten *C. badooshensis* mi yoksa *C. kurensis* mi oldukları tartışmalıdır. Boorman (24) bu türde grimsi renkteki kanatlardaki beneklerin çok belirsiz ve mesonotumun turuncu-kahverengi, sensilla coeloconicaların dağılımının ise dişide 3, 5, 7, 9, 11–15 şeklinde olduğunu belirterek, *C. badooshensis*'in *C. kurensis*'e oranla daha küçük, daha soluk, daha güçsüz, kanatlardaki lekelerin ise daha belirsiz olduğunu kaydetmiştir. Bununla birlikte Boorman (24), Irak'tan yakalanmış *C. badooshensis*'e ait dişi bir paratipte 15. anten segmentinde sensilla coeloconica olup olmadığı konusunu kesin olarak belirleyemediğini, ayrıca Umman'dan yakalanan erkek *C. badooshensis* örneklerinin bazal membranında Khalaf'ın (105) belirttiği spinlere rastlamadığını belirtmiştir.

2. ***C. pumilus*** (Winnertz), 1852

C. pumilus'a Konya (189) ve Analya (59) yörelerinde seyrek olarak rastlanırken, Elazığ yöresinde yaygın olarak tesadüf edilmiştir. Yukarıda da belirtildiği gibi, *C. pumilus* ile *C. minutissimus*'un Türkiye'deki yaygınlıkları, bu türlerin daha önce sinonim olarak kabul edilmeleirnden dolayı sağlıklı değildir.

3. ***C. riouxi*** Callot ve Kremer, 1961

Türkiye'de seyrek olarak rastlanmaktadır. Bu türe Elazığ'da (216) ve Ankara-Kazan'da (83) az sayılarda rastlanmıştır.

1.7. Vektörlük açısından önemleri

Bazı *Culicoides* türleri insan ve hayvanlara saldırarak onlardan kan emerler ve onları rahatsız ederler, özellikle atlarda olmak üzere kan emdikleri duyarlı canlılarda alerjik dermatitise neden olurlar. Soktukları yerlerde, 7–10 gün süren bir kaşıntı ve ağrı meydana gelir. Bunu takiben kırmızı bir papül şekillenir. Bu durum özellikle duyarlı atlarda çok belirgindir ve "sweet itch, Kasen disease, Queensland itch, dhobi itch ve yaz dermatiti " isimleriyle anılır. Atlarda yazın görülen alerjik dermatitlerin birinci nedeni

Culicoides'lerin sokmalarıdır ve bu oran Birleşik Kırallık'da (UK) %2-12 arasında değişmektedir (11). Bazı türler özellikle hayvanların önemli viral ve paraziter hastalıklarına vektörlük yaparlar. Daha az olarak da insanların bazı helmintlerine vektör ödevi görürler (61, 62, 136).

1.7.1. Viral hastalıkların bulaştırılmalarındaki rolleri

Culicoides'lerin hayvanların viral hastalıklarında rol oynayabilecekleri ilk kez 1918 yılında van Sachegem tarafından ortaya atılmış, fakat mavi dil ve Afrika at vebası viruslarının (AAAV) deneysel olarak *Culicoides*'lerle nakli ilk kez 1944 yılında Du Toit tarafından gerçekleştirilmiştir. Bugüne kadar *Culicoides* türlerinden 50'den fazla virüs izole edilmiştir (136). *Culicoides* türlerinin vektörlük yaptıkları virüsler arasında en önemlileri; Afrika At Vebası Virüsü (AAVV), Mavi Dil Virüsü (MDV), Epizootic Haemorrhagic Disease Virüsü (EHDV), Akabane Virüs (AKAV), Bovine Ephemeral Fever Virüsü (BEFV), Schmallenberg, At Ensefalitis Virusu (AEV), Oropouche Virüsü (OROV) ve Palyam virüsüdür (45, 57, 61, 111, 135). Bunların dışında, Kongo virüsü ve Rift Vadisi virüsünün, başka vektörlerin yanı sıra bazı C*ulicoides* türleri tarafından taşındığı da bildirilmiştir (30, 57, 61). Taşıdıkları virüsler arasında, AAVV ve MDV uluslararası OIE listesinde A derecesinde değerlendirilmektedir.

Yapılan çalışmalarla, vektör *Culicoides* türlerinin bulunuş ve yaygınlıkları ile taşıdıkları viral hastalık salgınları arasında sıkı ilişki olduğu ortaya konulmuştur (42, 46, 90, 136, 188). *Culicoides* türlerinin bir bölgeye kara, deniz ve hava araçları ve rüzgârla taşınmalarının mümkün olabileceği ve böylece başka bir ülke veya kıtada görülen bir hastalığı diğer ülkelere de taşıyabilecekleri bildirilmiştir (174).

Mavi Dil evcil ve yabani ruminantlarda görülen ve *Culicoides*'lerle bulaştırılan viral bir hastalıktır. Mavi Dil enfeksiyonuna Türkiye'nin değişik bölgelerinde zaman zaman rastlanmaktadır (3, 23, 84, 135, 159, 160, 218). MDV'na vektörlük yaptığı belirtilen *C. imicola*, *C. pulicaris* kompleks ve *C. obsoletus* kompleks türlerinin ülkemizde bulunduğu tespit edilmiş (59, 62, 63, 65), *C. imicola*'nın özellikle Güney, Güneydoğu ve Batı bölgelerinde (59, 60, 65, 67, 69), *C. obsoletus* kompleksin ise Karadeniz bölgesinde (66, 68, 189) yaygın olarak görüldüğü bildirilmiştir. Mavi Dil virusunun başlıca vektörleri Avrupa'da *C. imicola*, *C. obsoletus* ve *C. pulicaris*, Orta Doğu'da *C. imicola*, Afrika'da *C. imicola* ve *C. bolitinos*, ABD'lerinde *C. variipennis* ve *C. sonorensis*, Avustarlya'da ise *C. brevitarsis* ve *C. fulvus*'tur (12, 136, 180). *C. schultzei* (61, 136), *C. dewulfi, C. chiopterus* (72), ve *C. gornostaevae*'nın (108)

da potensiyel vektör oldukları kaydedilmiştir. Türkiye'ninde içinde yer aldığı Palaearctic zonda MDV'nin asıl vektörü *C. imicola*'dır. Özellikle Akdeniz havzasında bu türe yaygın olarak rastlanmaktadır. *C. imicola*'nın görülmediği veya yaygın olmadığı Kuzey Avrupa başta olmak üzere, birçok ülkede *C. pulicaris, C. punctatus, C. newsteadi* ve *C. obsoletus*'tan MDV izolasyonu yapılmış ve bu türlerin de MDV'nin bulaşmasında önemli rol oynadıkları belirtilmiştir (90). Bu türlerden *C. imicola*'ya Türkiye'nin Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde, *C. obsoletus* kompleks'e ise Karadeniz başta olmak üzere her yerde rastlanmaktadır. *C. pulicaris* komplekse (*C. pulicaris, C. punctatus, C. newsteadi*) Türkiye'nin her yerinde tesadüf edilirken *C. dewulfi* ender görülen türlerden birisidir. *C. chiopterus* ve *C. gornostaevae*'ya ise henüz Türkiye'de rastlanmamıştır. Diğer türler farklı coğrafi zonlarda oldukları için Türkiye'de görülmemektedirler.

Mavi Dil'e Türkiye'nin değişik bölgelerinde rastlanmaktadır. Türkiye'de MDV enfeksiyonu ile ilgili ilk veriler 1944 yılına aittir (4). Daha sonraki yıllarda uzun bir süre Türkiye'de varlığı bildirilmeyen MDV enfeksiyonu 1977 yılının Ekim ayında Aydın ve çevresinde bulunan yedi ildeki koyunlarda görülmüştür (218). Daha sonraki yıllarda, değişik bölgelerde yapılan çalışmalarda MDV yönünden seropozitif koyunlara rastlanmıştır (23, 37, 39, 84, 95, 160, 210, 211, 218). İç ve İç-batı Anadolu bölgelerinde yapılan bir araştırmada MDV'nin koyunlardaki yaygınlığı Antigen Capture ELISA ile %5,40 olarak bulunmuştur (211). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada, MDV'e karşı % 52,58 seropozitiflik saptanmıştır (159). *Culicoides* türleriyle taşındığı bilinen ve Türkiye'de görülen viral hastalıkların vektörleri üzerine yapılan çalışma sayısı yok denecek kadar az olup, İç ve İç-Batı Anadolu'da, MDV'nin yaygınlığının ve muhtemel vektörlerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada 12 *Culicoides* türü saptanmıştır (211). MDV'nin vektörü veya muhtemel vektörü olduğu bilinen türlerden *C. imicola, C. obsoletus* kompleks ve *C. schultzei* kompleks örneklerine hiç rastlanmazken, *C. pulicaris kompleks* örneklerine nispeten az sayılarda tesadüf edilmiştir. *C. circumscriptus, C. punctatus* ve *C. kibunensis* örneklerinden One-step RT-PCR'da MDV viral genom varlığı yönünden pozitif sonuçlar alınmıştır (211).

Culicoides'lerin naklettikleri viruslardan birisi de Afrika At Vebası virusu (AAVV) olup, bu virusun Afrika ve Orta Doğu'daki vektörü *C. imicola* kompleks (56, 136) olup, enfekte kanla beslenen *C. imicola*'da AAVV'nin çoğaldığı PCR ile saptanmıştır (171). *C. imicola* komplekste yer alan *C.*

oxystoma'nın da muhtemel vektör olduğu belirtilmiş, Kuzey Amerika'daki vektörünün ise *C. sonorensis* (136, 171) olduğu bildirilmiştir.

Türkiye'nin Güney Doğu illerinde 1960 yılında çıkan at vebası salgınında binlerce atın öldüğü, o zaman ki değeriyle 57 milyon liralık zararın meydana geldiği, hastalığın vektörleri üzerine yapılan çalışmalarda *Culicoides*'lere de rastlandığı, fakat tür identifikasyonu ve etken izolasyonunu yapılamadığı kaydedilmiştir (140). Daha sonraki yıllarda Türkiye'de AAVV'ya rastlandığına dair bir veri bulunmamaktadır. AAVV'nin Türkiye'deki vektörleri üzerine herhangi bir araştırma yapılmamıştır.

Akabane virüs (AKAV), koyun, keçi, sığır, deve ve atlarda Akabane hastalığına neden olmaktadır. Orta-Doğu, Afrika, Güneydoğu Asya ülkeleri, Avustralya ve Türkiye'de yayılış gösteren AKAV (136) Akdeniz havzasındaki ülkelerde epidemik olarak seyretmektedir (1, 85). Akabane virusun Japonya'da *C. oxystoma* ve sivrisineklerden, Zimbabwe'de *C. imicola* ve *C. milnei*'den, Umman'da *C. imicola*'dan, Avustralya'da ise *C. brevitarsis*'den izole edildiği bildirilmiştir (136). İsrail'de Real-time PCR ile *C. imicola*'dan Akabane virüs izolasyonu yapılmıştır (181).

Türkiye'de, Aydın yöresinde 1980 yılının Mart ayından itibaren akabane virus salgını görüldüğü, hastalığın Mayıs ayında azaldığı, yeni doğan buzağılarda arthropogyriposis, hydranencephalie ve mandibular defektlere rastlandığı ve hastalığın muhtemelen Kıbrıs'tan rüzgarla taşınan *Culicoides*'ler veya sivrisineklerle yayıldığı kaydedilmiştir (174). Kongenital anomalili buzağı doğumlarının görüldüğü güney, güneydoğu ve batı Anadolu bölgelerinde yapılan bir çalışmada, sığırlarda Akabane yönünden %12,3 seropozitiflik saptanmıştır (137). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada, AKAV'a karşı %27,98 oranında seropozitiflik saptanmıştır (159). Akabane'nin Trakya bölgesindeki seroprevalansı %0,14 (101), Orta Karadeniz bölgesindeki prevalansı ise koyunlarda %0,5, sığırlarda %22 (3) olarak saptanmıştır. Sivrisineklerle de bulaştırılabilen AKAV'ın Türkiye'deki vektörleri üzerine yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Üç gün hastalığı olarak da bilinen Ephemeral Fever zaman zaman Güney ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri başta olmak üzere, İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerindeki sığırlarda görülmektedir. Bugüne kadar birçok *Culicoides* ve sivrisinek türünden Ephemeral Fever virüsü (EFV) izole edilmiş olmakla birlikte, kesin vektör veya vektörler tam anlamıyla anlaşılamamıştır (145, 148, 150, 203, 212). İzolasyon çalışmaları fareye adapte olmuş EFV'nin farklı sinek türlerine enjeksiyonu veya EFV ile enfekte sığır kanlarıyla sineklerin

beslenmesi ile gerçekleştirilmiştir. EFV ilk defa Kenya'da, Afrika *Culicoides* türlerinden oluşturulan bir havuzdan izole edilmiş (51), daha sonra Zimbabwe'de *C. coarctus* ve *C. imicola*'dan ve Avustralya'da *C. brevitarsis*'ten EFV izolasyonu yapılmıştır (150). Avustralya'da 1967-68 yıllarında ortaya çıkan EFV salgınında, bazı bölgelerde *C. brevitarsis*'e rastlanmaması, bu bölgelerde, bulaşmada sivrisineklerin sorumlu olabileceğini göstermiş (147), *Anopheles bancrofti* ile bazı Culicine sivrisinek türlerinden de EFV izole edildiği ifade edilmiştir (154). Hastalığın vektörü olan *Culicoides* türleri üzerinde sınırlı sayıda çalışma vardır ve görüldüğü bölgelerde primer vektör türünün saptanması hastalığın epidemiyolojisi açısından önemlidir (136). İsrail'de yapılan bir çalışmada, EFV salgını çıkan bölgede iki *Culicoides*; *C. schultzei* kompleks ve *C. imicola* ile üç sivrisinek türünün; *Culex pipiens*, *C. perexiguus* ve *Ochlerotatus caspius*'un muhtemel vektör oldukları bildirilmiştir (212).

EFV'ye Türkiye'nin Güney ve Güney Doğu bölgelerinde, 1980'li yılların ortalarından itibaren birkaç yıl arayla rastlanmaktadır (89, 69, 157). Orta Karadeniz bölgesinde de sığırlarda serolojik olarak %13,5 oranında saptanan EFV'nin (3) Türkiye'deki *Culicoides*'lerden tespit edildiğine dair herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Son yıllarda, özellikle Türkiye'nin Güney ve Güneydoğu bölgelerinde salgınlar halinde ortaya çıkan, binlerce sığırın ölümüne ve ekonomik kayıplara neden olan EFV son olarak 2013 yılının Temmuz ayı sonlarında bu bölgede ortaya çıkmıştır. Hastalığın vektörleri üzerine yapılan çalışmada, İsrail'de olduğu gibi (212) bu bölgede de *C. schultzei* kompleks'in baskın tür olduğu, onu *C. imicola* kompleks'in takip ettiği saptanmış, fakat yakalanan sineklerin hiçbirisinde EFV viral genom varlığı tespit edilememiştir (69). Her ne kadar, virusun dayanıksızlığı nedeniyle *Culicoides* türlerinin hiç birisinden izole edilememesine rağmen, daha önce vektör olduğu saptanmış olan *C. imicola*'nın bölgede çok yaygın oluşu, EFV'nin bölgedeki muhtemel vektörlerinin sivrisinekler, *C. imicola* ve *C. schultzei* olma ihtimalini artırmaktadır.

Epizootik Haemorrhagic Disease virüsü (EHDV) de bazı *Culicoides* türleriyle nakledilir. Bu hastalığa son yıllarda Ege bölgesi başta olmak üzere Türkiye'nin birçok bölgesinde de rastlanmaktadır. Bu enfeksiyona Kuzey, Orta ve Güney Amerika, Afrika, Güneydoğu Asya, Japonya ve Avustralya'daki evcil ve yabani birçok geviş getiren hayvan türünde rastlanmaktadır. Japonya'da, 1959 yılında çıkan EHDV salgınında (İbaraki hastalığı) 39.000 sığırda klinik belirtiler saptanmış ve bu hayvanlardan 4.000'i ölmüştür (136). EHDV'nin Kuzey Amerika'daki başlıca vektörünün *C.*

variipennis olduğu, *C. lahillei*'nin de vektör olabileceği bildirilmiş, Afrika'da *C. schultzei* kompleks'den, Avustralya'da ise *C.brevitarsis*' den EHDV izole edildiği, Orta ve Güney Amerika, Japonya ve Güneydoğu Asya'daki vektörlerinin ise bilinmediği ifade edilmiştir (136, 170). Bazı araştırıcılar (138, 166, 167) ise EHDV'nin Kuzey Amerika'daki başlıca vektörünün daha önceleri *C. variipennis*'in alt türü olarak kabul edilen *C. sonorensis* ve *C. insignis* olduğunu belirtmişler, *C. mohave*'den de RT-PCR ile virüs izolasyonu yaptıklarını ve bu türün de bu bölgede EHDV'nin vektörü olabileceğini belirtmişlerdir (166). Sudan'da EHDV'nin asıl vektörünün *C. imicola* olduğu, *C. schultzei* kompleks'in de biyolojik vektör olabileceği ifade edilmiştir (6).

Burgu ve ark (38) Türkiye'nin güneyindeki 11 yerleşim yerindeki sığırlardan ve dört yerleşim yerindeki koyunlardan aldıkları kan örneklerinde EHDV'nin yaygınlığını çok düşük oranda bulmuşlardır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde EHDV'ye karşı %43,82 oranında seropozitiflik saptanmıştır (159). Ege bölgesinde 2007 yılı yazında EHDV salgını çıkmış, daha sonraki yıllarda da salgın olarak seyreden EHDV çok sayıda hayvanın ölümüne neden olmuştur (186). Akdeniz ve Ege bölgelerinde EHDV'nin vektörleri üzerine yapılan bir araştırmada *C. imicola* kompleks, *C. pulicaris* kompleks, *C. obsoletus* kompleks, *C. nubeculosus* kompleks, *C. circumscriptus*, *C. longipennis (C. sahariensis?), C. festivipennis* ve *C. gejgelensis* ile *Culicoides* spp. örneklerinden One Step RT-PCR metodu ile ilk kez EHDV genom varlığı saptanmıştır (70).

Schmallenberg virüsü (SBV) sığır, koyun, keçi, manda, geyik gibi evcil ve vahşi ruminantlarda enfeksiyona neden olmaktadır (9, 217). SBV ilk kez 2011 yılında Almanya'da, sığırlarda ortaya çıkmış, daha sonra Avrupa'nın büyük bölümüne, kuzeyde Finlandiya, doğuda Türkiye ve güneyde İspanya'ya kadar yayılmıştır (79). SBV'nin vektörleri üzerine yapılan çalışmalarda; *C. obsoletus* kompleks (*C. chiopterus, C. obsoletus, C. scoticus)* başta olmak üzere *C. nubeculosus, C. pulicaris, C. imicola, C. dewulfi, C. punctatus* ve *C. sonorensis* örneklerinde virus RNA varlığı tespit edilmiş ve bu türlerin SBV'nin olası vektörleri oldukları ifade edilmiştir (78, 111, 123).

Türkiye'de ise SBV ile ilgili kapsamlı ilk çalışma Azkur ve ark. (9) tarafından yapılmış ve değişik bölgelerdeki illerde yapılan o çalışmada SBV'nin seroprevalansı ELISA ile koyunlarda %39,8, sığırlarda %24,5, keçilerde %2,8 ve mandalarda ise %1,5 olarak saptanmıştır. Kırıkkale yöresindeki koyunlarda yapılan araştırmada SBV'nin seroprevalansı %1'in altında bulunmuştur (129). SBV'nin Türkiye'nin Trakya bölgesindeki

muhtemel vektörlerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada, muhtemel vektörlerden *C. obsoletus* komp., *C. pulicaris* ve *C. punctatus* türlere rastlanmasına rağmen, bu türlere ait örneklerin hiç birisinde Real-time PCR ile SBV viral genom varlığı tespit edilememiş, bununla birlikte bir *C. festivipennis* örneğinde viral genom varlığı saptanmıştır (149).

Yukarıda bildirilen hastalıklara ek olarak; bazı *Culicoides* türlerinden Simbu, Palyam ve Ganjam virusları, Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi virusu, Civcivlerin Enfeksiyöz Synovitis virusu, Venezuella equine encephalomyelitis virusu, Tavuk Çiçeği virusu ve Hindi Meningo-ensefalitis virusu izole edilmiştir (29, 57, 61).

1.7.2. Filaria'ların bulaştırılmalarındaki rolleri

Culicoides'lerin filaryaların naklinde rol oynadıklarının ilk kez Sharp tarafından ortaya atıldığı ve bu araştırıcının 1928 yılında Kamerun'da yaptığı araştırmalarda, insanların non-patojen bir paraziti olan *Mansonella perstans* (*Acanthocheilonema perstans*: *Dipetalonema perstans*)'ın *C. grahami* ve *C. austeni* vasıtasıyla taşındığını tespit ettiği belirtilmiştir (58, 61). Afrika ve Güney Amerika'da görülen bu filarianın vektörleri üzerine yapılan bir araştırmada, yakalanan ve diseke edilen *Culicoides fulvithorax*'ların yaklaşık %2'sinde *M. perstans*'ın üçüncü dönem mikrofilerlerine rastlanmıştır (2). *Mansonella streptocerca* (*Dipetolenema streptocerca*)'nın da *C. grahami* tarafından nakledildiği kaydedilmiştir (29, 88, 102). Kettle (103)'a göre, Duke aynı enfekte kişi üzerinde ve aynı oranda beslediği *C. grahami* ve *C. inornatipennis'* lerin sırasıyla %77 ve %76' sının *M. streptocerca* mikrofilerlerini aldığını, fakat enfeksiyondan 6-9 gün sonra *C. inornatipennis'* lerin %41'inin, *C. grahami*'lerin ise ancak %6' sının enfekte olduğunu tespit ettiğini belirtmiştir. İnsanlarda görülen ve patojen olmayan *Mansonella ozzardi*'nin *Simulium* ve *Culicoides*'lerle nakledildiği bildirilmiş (29, 88, 125, 177), Arjantin'deki asıl vektörünün *C. lahillei* olduğu, *C. paraensis* ve *Simulium exiguum*'un ikinci derecede vektör olduğu kaydedilmiştir (177). Amerika'daki vektörlerinin ise *C. furens, C. barbosai, C. lahillei, C. debilipalpis, C.insinuatus ve C. paraensis* ve *C. phlebotomus* olduğu, *C. caprilesi* ve *C. guttaus*'un da muhtemel vektörler olabileceği kaydedilmiştir (124).

Culicoides'lerin bazı *Onchocerca* türlerine vektörlük yaptıkları ilk kez 1933 yılında Steward tarafından saptanmış ve bu araştırıcı, atlarda yaşayan *Onchocerca cervicalis*' in *C. nubeculosus* tarafından nakledildiğini, bu nematodun *C. obsoletus ve C. parroti'* de geliştiğini, fakat *Simulium*'larda ve *C. pulicaris'* de gelişemediğini ortaya çıkarmıştır (88, 103). Dzhafarov'a (74)

göre Molev, *Onchocerca cervicalis* mikrofilerlerinin *C. stigma'* da geliştiğini tespit etmiştir. Bu filaryanın mikrofilerlerinin *C. variipennis*'de de geliştiği ifade edilmiştir (49). Avustralya ve Malezya'da, *C. pungens, C. shortii, C. orientalis* ve *C. oxystoma'* ların ancak %3'ünün sığırlarda yaygın olarak görülen *O. gibsoni* ile enfekte olduğu ve bu filaryanın *C. pungens'*le bulaştığının saptandığı kaydedilmiştir (29, 88, 102, 125). *Onchocerca gutturosa* ve *O. reticulata'*nın vektörlerinin *C. kingi* ve *C. nubeculosus* olduğu belirtilmiştir (81, 125). *Onchocerca volvulus*'un vektörleri üzerine yapılan bir çalışmada, *C. paraensis* ve *C. gibsoni*'nin mikrofilerleri alma yeteneklerinin olmadığı, *C. guttatus* ve *C. stigmalis'*in ise mikrofilerleri almakla birlikte, mikrofilerlerin bu türlerde tam olarak gelişemedikleri tespit edilmiştir (88).

Bunlara ek olarak; hindi ve martıların filarial bir paraziti olan *Plagiorchis megalorchis*'in *C. stigma* ve *C. nubeculosus*, sığırcık ve devekuşlarının beyinlerinde yerleşen *Chandrella quiscali*'nin *Culicoides crepuscularis*, tarafından nakledildiği bildirilmiştir (29). Linley (125) değişik yazarlara atfen, *Eufilaria longicaudata*'nın *C. crepuscularis* ve *C. haematopotus, Eufilaria delicata* ve *E. bartlettae*' nin *C. nubeculosus, Splendidofilaria picacardina*'nın *C. crepuscularis, Chandrella striatospicula'*nın *C. haematopotus, Ch. chitwoodae'* nin *C. stilobezzioides, Dipetalonema gracile, D. caudispina* ve *Tetrapetalonema marmossetae'* nin *C. hollensis, T. llewellyni'nin C. pungens* ile nakledildiğini kaydetmiştir.

1.7.3. Protozoonların bulaştırılmalarındaki rolleri

Culicoides'ler özellikle kanatlı hayvanlarda görülen kan protozoonlarından *Haemoproteus* ve *Leucocytozoon* türleri ile memeli hayvanlarda görülen *Hepatocystis* türlerinin naklinde vektörlük yaparlar. *Leucocytozoon caulleryi*' nin *C. arakawae, C. circumscriptus* ve *C. festivipennis, Hepatocystis kochi*'nin *C. adersi* ve *C. fulvithorax*, *Trypanosoma bakeri*'nin *C. nubeculosus, Trypanosoma* spp'nin de *C. sphagnumensis, C. stilobezzioides* ve *C. crepuscularis* tarafından doğal veya deneysel olarak nakledildiği belirtilmiştir (125, 168, 215).

Haemoproteus türleri evcil ve yabani kanatlılarda yaygın olarak görülmektedir ve bugüne kadar, özellikle Coraciiformes, Piciformes ve Galliformes takımlarındaki kuşlar başta olmak üzere, 130'dan fazla kanatlı hayvan türünde *Haemoproteus*'lara rastlanmıştır (215). *Haemoproteus*'lar hippoboscid ve ceratopogonid, *Leucocytozoon*'lar simuliid ve ceratopogonid sineklerle bulaştırılır (168). Fallis ve Wood (86) *Haemoproteus nettionis*'in *Culicoides* spp. tarafından nakledildiğini ve ördekler üzerinde beslenen *Culicoides* spp.'lerden yapılan kesitlerde *H. nettionis*'in ookinet, ookist ve sporozoitlerini saptadıklarını kaydetmişlerdir. *Haemoproteus nettionis*'in

Culicoides downesi, *Haemoproteus canachites*'in *C. sphagnumensis*, *H. danilewskii*'nin *C. crepuscularis* ve *C. downesi*, *H. fringillae*'nin *C. crepuscularis*, *C. stilobezzioides* ve *C. sphagnumensis*, *H. velans*'ın *C. sphagnumensis* ve *C. stilobezzioides*, *H. meleagridis'in C. edeni*, *C. hinmani* ve *C. arboricola*, *H. desseri*'nin *C. nubeculosus*, tarafından doğal veya deneysel olarak nakledildiği belirtilmiştir (125, 168, 215). Bobeva ve ark (22), Bulgaristan'ın bazı bölgelerinde *Culicoides* türlerine ait örneklerde %2,17 oranında *Haemoproteus* pozitifliği bildirmişler, *C. pictipennis* ve *C. circumscriptus*'un potansiyel vektör olduklarını kaydetmişlerdir. Santiago-Alarcon ve ark (169) inceledikleri 22 *Culicoides* türünden *C. kibunensis*, *C. pictipennis* ve *C. scoticus* türlerine ait örneklerde *Haemoproteus* pozitifliği saptamışlardır. Bukauskaité ve ark (36) baykuşlarda görülen *Haemoproteus noctuae* ve *H. syrnii*'nin sporogoni dönemlerini *C. nubeculosus*'da tamamladığını, *H. noctuae*'nin ayrıca *C. impunctatus*'ta da sporogoni dönemini tamamladığını ve bu türlerin *H. noctuae* ve *H. syrnii*'nin vektörü olduğunu belirtmişlerdir. *C. impunctatus*'un yabani kanatlılarda görülen *H. balmorali*, *H. belopolskyi*, *H. dolniki*, *H. fringillae*, *H. lanii*, *H. minutus*, *H. parabelopolskyi* ve *H. tartakovskyi*'ye vektörlük yaptığı (220), *H. tartakovskyi*'nin *C. nubeculosus* ile de nakledildiği kaydedilmiştir (221).

Kayseri, Sultansazlığı'nda yapılan bir araştırmada 23 ailedeki 39 kuş türüne ait 565 kuş kan protozoonları yönünden moleküler olarak incelenmiş, kuşların %29,73'ünde *Plasmodium/Haemoproteus* sp.'ye rastlanmış ve 38 *Haemoproteus* türü tespit edilmiştir (215). Parazit-konak-vektör ilişkileri değerlendirildiğinde, bunlardan yedisine sadece *Culicoides*'lerde, 26'sına sadece kuş türlerinde, beşine de hem *Culicoides* hem de kuş türlerinde rastlanmıştır. *Culicoides*'lerin %80'nden çoğunun baş-toraks havuzlarında *Plasmodium/Haemoproteus* yönünden pozitiflik saptanmış, en yüksek MIRs (minimum enfeksiyon oranı) *C. nubeculosus* komplekste belirlenmiş, onu sırasıyla *C. gejgelensis*, *C. maritimus*, *C. circumscriptus*, *C. longipennis*, *C. festivipennis* ve *C. newsteadi* izlemiştir (215).

Culicoides'lerin vektörlük yaptığı bir diğer kan paraziti *Leucocytozoon*'dur. Braverman ve ark (34) göre, Callot ve ark *C.agathensis*'den *Leucocytozoon* spp. izole etmişlerdir. *Leucocytozoon caulleryi*'nin vektörlerinin *C. arakawae*, *C. circumscriptus* ve *C. festivipennis* olduğu belirtilmiştir (125). *C. arakawae* Japonya, Tayvan ve Filipinler'deki tavuk çiftliklerindeki en yaygın *Culicoides* türü olup, birçok Asya ülkesinde görülen ve çok patojen olan *Leucocytozoon caulleryi*'nin asıl vektörüdür (219). Sultansazlığı'nda yapılan araştırmada incelenen 565 kuşun %1,06'sında *Leucocytozoon* spp.,

%3,36'sında ise *Plasmodium/Haemoproteus* spp. ve *Leucocytozoon* spp. birlikte saptanmıştır (215).

Garnham ve ark (87) doğadan yakaladıkları *Culicoides adersi*'leri, önce *Hepatocystis kochi* ile enfekte maymunlar üzerinde beslemişler, 5. günde sineklerin orta bağırsaklarında ookinetleri 17. günde tükrük bezlerinde sporozoitleri saptamışlardır. Bu araştırıcılar (87) enfektif sinekleri hastalıksız maymunlarda beslemişler ve yaklaşık 4 ay sonra maymunların kanında parazitleri tespit ederek *C. adersi*'nin *H. kochi*'nin vektörü olduğunu saptamışlardır. Linley (125) de *Hepatocystis kochi*'nin vektörlerinin *C. adersi* ve *C. fulvithorax* olduğunu bildirmiştir. Miltgen ve ark (139) *C. variipennis* ve *C. nubeculosus*'da *Hepatocystis brayi*'nin ookist dönemine kadar ki gelişmesini takip etmişlerdir. Türkiye'de *Hepatocystis* türlerinin vektörleri üzerine yapılmış herhangi bir araştırma bulunmamaktadır.

Bunlara ek olarak, *Trypanosoma bakeri*'nin *C. nubeculosus, Trypanosoma* spp.'nin de *C. sphagnumensis, C. stilobezzioides* ve *C. crepuscularis* tarafından nakledildiği ifade edilmiştir (125). *Culicoides nubeculosus* gibi bazı türlerin *Leishmania infantum*'a vektörlük yapabileceği belirtilmiş, *Culicoides imicola, C. jumineri, C. cataneii, C. paolae, C. newsteadi, C. circumscriptus* ve tür teşhisi yapılamayan *Culicoides* sp.'den PCR ile *Lesihmania* spp. pozitifliği elde edilmiştir (178).

1.7.4. Vektör-Etken etkileşimi

Bugüne kadar 1400 kadar tanımlanmış *Culicoides* türü bulunmakla birlikte, bazı türlerin çok sınırlı alanlarda görülmeleri ve bazılarının da duyarlı olmayan konaklarda beslenmelerinden dolayı, sadece çok az bir kısmı vektörlük yapar. *Culicoides*'lerin vektörlük kapasitelerini etkileyen mekanizmalar kesin olarak anlaşılamamıştır (138).

Aynı anda ve aynı konakta beslenen *Culicoides*'lerin davranışları birbirlerinden farklıdır (103). Fakat beslenme alışkanlığı vektörlük kapasitesi üzerine etki eder. *Culicoides*'lerin erkekleri, ağız organlarının yeteri kadar gelişememesinden dolayı bitki nektarları ile beslenirler ve bu nedenle vektör ödevi görmezler. Bu yüzden sadece dişi *Culicoides*'ler vektörlük yapabilirler. Gonotrofi veya yumurtlama siklusunun süresi bireyler arasında farklılıklar gösterir. Bu süre vektörlük kapasitesi üzerine etki eder. Bazı türler kan emdikten iki gün sonra yumurtlama dönemine girerler. Bu süre bazı türlerde 3-4 gün, bazılarına ise 4 günden daha fazladır (16).

Türlerin konak tercihleri de vektörlük kapasitesi üzerine etki eder. Bazı türler zoofilik, bazıları da antropofiliktir. Zoofilik türlerin bir kısmı ornitofilik özelliğe sahiptirler. Antropofilik türlerin hayvanlara, zoofilik türlerin ise insanlara herhangi bir hastalığı nakletmesi mümkün değildir. Fakat *C. nubeculosus, C. pulicaris* ve benzeri birçok tür hem insanlardan hem de hayvanlardan kan emerler ve hem insanlara, hem de hayvanlara hastalık bulaştırabildikleri gibi zoonoz özellikteki bazı hastalıkları da nakledebilirler. *Culicoides*'lerin konak tercihleri ile ilgili ayrıntılı bilgi yukarıda, konak tercihleri kısmında verildiği için burada tekrarlanmamıştır.

Vektörlerle bulaşan herhangi bir hastalık etkeninin yayılabilmesi üç önemli faktöre bağlıdır. Bunlar: 1. Duyarlı omurgalı konaklar 2. Hastalık etkeni 3. Uygun vektörler (200, 207). Bunların yanısıra; vektör türün enfeksiyona karşı duyarlılığı, bulaştırma kapasitesi, populasyon sıklığı, mevsimsel ve coğrafi dağılımı, konak tercihi, canlı kalabilme oranı ve larval habitatlara yakınlığı gibi vektörle ilgili özelliklerle, ısı, nem, yağış ve rüzgar gibi meteorolojik özellikler de bu tür hastalıkların yayılmaları üzerine etki ederler (35). Isı, nem ve yağış vektörün üreme ve sokma oranını, rüzgarın yönü ve hızı ise enfektif vektörlerin yayılmalarını ve enfeksiyonun uzaklara taşınmasını etkiler (147, 174).

Virusların vektörlerle taşınabilmeleri için, uygun bir artropodun enfekte bir konakta veya duyarlı bir rezervuarda beslenmesi, etkeni alması ve 4-8 günlük kuluçka süresinden sonra başka bir duyarlı konakta beslenmesi gerekir (200). Virüs sineğin vücuduna girdiğinde ilk önce orta bağırsak hücrelerine girer, oradan da diğer dokulara, tükrük bezlerine geçer ve neticede tükrük bezlerinden de diğer konağa aktarılır (138). Bu süreçte virüsün birçok engeli geçmesi gerekir. Orta bağırsak epitel hücrelerini enfekte edebilmek için birinci büyük engel mesenteron enfeksiyon engelidir. Orta bağırsak epitel hücrelerinden güçlenmiş olarak çıkan virüs mesenteron enfeksiyon engelini aşar. Virüs bu dönemde *Culicoides*'in hemolenf bağışıklık efektörlerinin ve extraintestinal dokulardaki hücresel yanıtlarının da içinde olduğu yayılma engelini de geçerek tükrük bezlerine gidebilmelidir. Tükrük bezlerinde virüslere 5. günden önce rastlanmamıştır (138).

Isı, parazitin vektördeki gelişmesini etkileyen faktörlerden birisidir. *L. caulleryi*' nin sporozoitleri *C. arakawae'* de 15 °C ısıda 6 günde, 25 °C' de ise 3 günde meydana gelmişlerdir. Bununla birlikte, *L. caulleryi* ile *C. arakawae* arasında herhangi özel bir ilişkiye rastlanmamıştır. *L. caulleryi*, asıl vektör olan *C. arakawae*'de ve daha önemsiz vektörler olan ve tavuklarda beslenen

C. festivipennis ile, sığırlardan kan emen *C. schultzei*' de eşit oranlarda gelişir. Kış aylarında kanatlı hayvanlardaki parazitemi oranı düşük seviyededir. İlkbaharın başlarında, konakların üreme faaliyetlerine bağlı olarak parazitemi oranı biraz artar. Bu durum, ilkbaharda ortaya çıkan vektörlerin, konakların perifer kanında bulunan gametositleri alabilmelerine ve enfeksiyonu larvalarına aktarmalarına imkan tanır (103).

Culicoides türlerinin vektörlük yeteneklerinin mevsimsel aktivite, canlılık oranı ve hayat süreleri ile de ilgisi vardır (16, 35). Braverman ve ark (35) *C. imicola'*nın MDV'nin taşınmasında *C. obsoletus* ve *C. oxystoma*'dan daha fazla rol oynadığını bildirmişlerdir. Bu araştırıcılar (35) *C. imicola*'nın İsrail'de bütün yıl boyunca görüldüğünü, hayatta kalabilme oranının ve tahmini enfektif hayat döneminin vektörlük kapasitesi açısından diğer iki türe oranla daha uygun olduğunu ve kışın bile MDV'yi taşıyabileceğini ifade etmişlerdir. *C. obsoletus, C. imicola*'ya göre hayatta kalabilme oranının ve tahmini enfektif hayat süresinin daha sınırlı olmasından dolayı ikinci derecede vektör olarak kabul edilmiştir. *C. oxystoma*'nın ise sadece Ağustos ve Aralık aylarında görülmesinden dolayı, vektörlük kapasitesinin diğer iki türden daha az olduğu belirtilmiştir. Birley ve ark (16) ortalama canlılık oranındaki küçük bir değişikliğin, muhtemel vektörlük kapasitesini çok etkilediğini bildirmişlerdir.

Culicoides türlerinin genetik özellikleri de vektörlük kapasitesini etkilemektedir. Farklı türlerin yanısıra, aynı türlerde farklı genetik yapılara sahip bireylerin vektörlük kapasiteleri de değişebilmektedir. Jones ve Foster (99) MDV'nin farklı suşlarına karşı, laboratuvarda yetiştirdikleri *C. variipennis*'lerle (Sonora 000 kolonisi: *C. sonorensis*?) sahadan yakaladıkları *C. variipennis*'lerin duyarlılıklarının değişik olduğunu bildirmişlerdir. O araştırmada (99) Kentucky' deki iki *C. variipennis* populasyonunun MDV'ye karşı hemen hemen tam dirençli oldukları, Colorado, Idaho ve Oregon populasyonlarının duyarlılıklarının %32 ile %54 arasında değiştiği, Sonora kolonisinin duyarlılığının ise %70 olduğu tespit edilmiş, seleksiyonlarla MDV'ye tam duyarlı veya tam dirençli *C. variipennis*'ler yetiştirilmiştir. Gerçi daha önceleri *C. variipennis*'in Sonora kolonisi olarak bilinen ve bu türün alt türü olarak kabul edilen *C. sonorensis*'in daha sonra ayrı bir tür olduğu bildirilmiştir (25, 26). Bu nedenle, yukarıda belirtilen farklılıklar bundan kaynaklanmış da olabilir.

Kenya'da, *C. cornutus*'un, *C. imicola* ve *C. schultzei'*ye oranla daha dayanıklı bir tür olduğu, bununla birlikte *C. cornutus'*tan MDV izole edilemediği,

fakat düşük canlılık oranlarına ve erginlerinin vektörlük görevi için kısa olan ömürlerine rağmen, beslenme şekilleri, dağılımları, yoğunlukları ve mevsimsel aktivitelerinin uygun olmasından dolayı *C. imicola* ve *C. schultzei* kompleksin vektörlük yapabilecekleri ifade edilmiştir (203, 207).

1.7.5. Patolojik etkenin saptanması ile ilgili yöntemler

Culicoides'ler viral, bakteriyel ve paraziter hastalıklara vektörlük yaparlar. Vektörlük yaptıkları patojenlerin aranması etkenin türüne göre farklılıklar göstermektedir. Paraziter etkenlerin *Culicoides*'te varlığının saptanması parazitin değişik gelişme formlarının görülmesiyle konabilir. *Haemoproteus*, *Leucocytozoon* ve *Hepatocystis* gibi kan protozoonların teşhisinde baş, gövde ve karın birbirinden ayrılarak diseke edilir ve histopatolojik kesitler hazırlanır. Bu kesitlerin mikroskobik incelenmesinde, *Culicoides*'in orta bağırsaklarda parazitlerin ookist ve ookinet, tükrük bezlerinde ise sporokist ve sporozoit gibi gelişme formları aranır (36, 86, 87 125, 139, 220, 221). *Trypanosoma* ve *Leishmania* gibi protozoonların etkensel teşhisinde, hazırlanan kesitlerde etkenlerin promastigot formları aranır. Filariaların teşhisinde ise *Culicoides* örneklerinden hazırlanan kesitlerde mikrofilerler aranır. Gerek protozoonlara ait gelişme dönemlerinin ve gerekse mikrofilerlerin tespit edilmelerinden sonra, bu formların hangi parazitlere ait oldukları o konuda uzman olan araştırıcılar tarafından ya da moleküler yöntemlerle teşhis edilmelidir.

Yukarıda belirtildiği şekilde, *Culicoides*'ten kesitler hazırlayarak, bakteri ve virüsleri görerek teşhis etmek mümkün değildir. Daha önceleri *Culicoides*'lerin tür teşhisleri yapıldıktan sonra, aynı türden örneklerden oluşan havuzlardan embriyonlu civciv yumurtalarına veya başka özel besi yerlerine ekimler yapılarak bakteri ve virüsler üretilmeye çalışılmış, üreme durumuna göre de pozitif veya negatif olarak değerlendirilmiş ve pozitif olgularda etkeni saptama yoluna gidilmiştir. Fakat son yıllarda *Culicoides*'te bakteriyel, viral ve hatta paraziter etkenlerin tespitinde serolojik ve özellikle de değişik PCR (Polymerase Chain Reaction: Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yöntemleri ile DNA veya RNA tespitine dayalı moleküler teknikler kullanılmaya başlanmıştır (78, 90, 111, 123, 168, 169, 181, 212, 213, 215).

Türkiye'de bu konudaki çalışmalar çok yeni olup, ilk çalışmalarda *Culicoides* örneklerinde MDV, EHDV, EFV ve SBV gibi viral hastalıkların viral genom varlıkları araştırılmıştır (69, 70, 149, 211). Parazitlerin *Culicoides* örneklerinde tespiti ile ilgili sadece bir araştırma bulunmaktadır. Kayseri, Sultansazlığı'nda yapılan çalışmada örneklenen, tür teşhisleri yapılan dişi

Culicoides örneklerinin kan protozoonları yönünden Mt-cytb nested PCR ile moleküler analizleri yapılmıştır. Moleküler teşhis için 358 *Culicoides* örneğinden elde edilen bireysel genomik DNA izolatları ve geri kalan *Culicoides* örnekleri için baş/toraks ve abdomen havuzları oluşturulmuş ve bireysel örneklerin 236'sının (%65,92) *Plasmodium/Haemoproteus* tür veya nesilleri ile enfekte olduğu belirlenmiş, fakat hiçbirisinde *Leucocytozoon* spp. pozitifliği saptanamamıştır (215).

Yakalanan *Culicoide*s örneklerinin moleküler tekniklerle incelenmesi sonucu virusun saptanması o türün vektör olduğu anlamına gelmemektedir. Enfekte bir konaktan kan emen *Culicoides* örneğinin sindirim sisteminde virusun bulunması normal bir durum olabilir. Bir vektörün hastalık bulaştırabilmesi için, sahadan toplanan örneklerde patojenin izolasyonunun yapılması, laboratuarda, enfekte bir konaktan kan emdirilmesi sırasında patojeni alabildiğinin gösterilmesi, bu vektörün laboratuar ortamında duyarlı bir konağa patojeni nakledebilmesi ve sahada bu vektörün konakla temas etmesi gibi şartlara gerek vardır (76). Bu nedenle elde edilen bulguların teyit edilmesi, virüsün belirlenen türlerde çoğalmasıyla ilgili çalışmaların yapılması ve bu türlerin vektörlük yeteneklerinin deneysel olarak araştırılması gerekmektedir.

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

Culicoides'lerin kontrolu, üreme yerlerinin çok çeşitli olmasından dolayı oldukça zordur. Fakat sıtma mücadelesinde, hemen hemen aynı üreme yerlerine sahip olan sivrisineklerin kontrolu amacıyla kullanılan insektisitlerin *Culicoides*'lere de etkili olması, bu sineklerle mücadele açısından da yararlıdır. Bununla birlikte, *Culicoides*'lerin özellikle kırsal kesimlerde, hayvancılık yapılan yerlerde yaygın olarak bulunmaları ve bu yerlerde sivrisinek mücadelesinin yapılmaması kontrolu güçleştirmektedir.

Culicoides' lerle mücadeleyi iki kategoride incelemek mümkündür: (**1**). Erginlerle mücadele, (**2**). Gelişme dönemleriyle mücadele. Bunlar da kendi içlerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik mücadele şeklinde alt başlıklar altında incelenmekle birlikte, mücadelenin esasını insektisitlerle ergin mücadelesi oluşturmaktadır. İnsektisitlerin sıklıkla kullanılmalarının hem artropodlarda direnç gelişmesine neden olacağı, hem arı gibi yararlı böcekleri de öldürebileceği, hem de çevre kirliliği yaratacağı da akıldan çıkarılmamalıdır.

2.1. Kültürel ve Fiziksel Kontrol

Culicoides'lerin gelişme dönemleriyle mücadelede, larval habitatların iyi bilinmesi ve onların ortadan kaldırılması gerekir. Larva ve pupaların kontrolunun iki yolla mümkün olduğu, bunun için de bataklıkların, küçük su birikintileri ve gölcüklerin kum veya toprakla doldurulması, büyük su birikintilerinin ise drenaj kanallarıyla akıtılması veya suyun pompalarla çekilmesi gerekmektedir (74).

Dışkıda üreyen türlerin kontrolunda, gübreler ya ince tabakalar halinde toprağa yayılarak gelişme dönemlerinin güneş ışığına maruz bırakılarak ölmeleri sağlanmalı, ya da ergin sineklerin yumurtalarını bırakmalarını önlemek için gübreler üstü kapalı havuzlarda biriktirilmeli, eğer yığınlar haline getiriliyorsa, üzeri kapatılmalıdır.

Bununla birlikte, çok farklı ve çok geniş habitata sahip olan *Culicoides*'lerle bu yolla mücadele şansı oldukça düşük görünmektedir. Bu nedenle, özellikle *Culicoides*'lerin yaygın olduğu, insan ve hayvanları rahatsız ettiği ve özellikle de vektörlük yaptıkları hastalıkların yaygın olduğu yerlerde fiziksel kontrol yöntemlerinin yanısıra kimyasal ve/veya biyolojik mücadele yöntemlerinden de yararlanmak gerekmektedir.

2.2. Bireysel Kontrol

2.2.1. Cibinlikler

Ergin *Culicoides*'ler genellikle akşam saatlerinde ortaya çıkarlar ve küçük oldukları için sivrisinek ağlarını geçebilirler. Bu yüzden *Culicoides*'lerin sokmalarından korunabilmek için kapı ve pencerelere 1 mm'den daha küçük gözeneklere sahip teller takılmalıdır. Carpenter ve ark (44) Porter'a atfen, 1,6 mm çapında gözeneklere sahip olan ağların sivrisineklerin girişini %56'ya kadar azalttığını ve 0,9 mm çapında gözeneklere sahip olan ağların kullanılmasında bile sivrisineklerin %5'inin içeri girebildiği ve bu nedenle 1-3 mm büyüklüğünde olan *Culicoides*'ler için daha küçük gözenekli cibinliklerin (ağların, tellerin) kullanılmasının gerektiği kaydedilmiştir.

Dzhafarov (74) dimethylphthalate jel emdirilmiş cibinliklerin de 3-4 ay koruyucu etkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Son yıllarda sentetik pretroitlerle doyurulmuş cibinliklerin etkileri üzerine araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Lamda-cyhalothrin, cyfluthrin, permethrin, deltamethrin, sipermetrin (cypermethrin) vb. sentetik pretroidli insektisitlerle doyurulmuş cibinlikler *Culicoides* sokmalarının önlenmesinde kullanılabilir. Bu amaçla cibinlikler belirtilen dozlarda insektisitli sularda yıkanıp kurutulduktan sonra kullanılabilirler. Bu uygulamaya *Culicoides*'lerin aktif oldukları dönem boyunca devam edilmeli ve cibinlikler insektisitin koruyucu süresi bittikten sonra tekrar tekrar aynı şekilde yıkanıp, kurutularak kullanılmalıdır. Sipermetrinle doyurulmuş 1,6 mm çapındaki cibinliklerin *C. nubeculosus*'a karşı %100 etkili olduğu ve bu cibinliklerle, ahırların kapı ve pencerelerine takılan tellerin atları *Culicoides*'lerden bir dereceye kadar koruduğu ifade edilmiştir (11). Deltamethrin'le doyurulmuş metal cibinliklerin de *Culicoides*'lere karşı %90-100 etkili olduğu kaydedilmiştir (54).

2.2.2. Bitkisel Ürünler ve Kovucular (Repellentler)

Dimethylphthalate'ın %10 veya %20'lik alkoldeki solusyonlarının krem şeklinde vücuda sürülmeleri 4–5 saat koruyucu etkiye sahiptir (74). *Culicoides* sokmalarından korunmak için N, N-diethyl-meta-toluamide (DEET), para-menthane-3, 8-diol (PMD), alpha-cyano cypermethrin, salisilik asit türevleri ve citronella (*Cymbopogon citratus*) yağı kullanılabilir (15, 19, 61). Benelli ve ark (15) değişik yazarlara atfen, DEET, neem yağı (neem oil) veya türevleri ile salisurik asitin *Culicoides*'lerin beslenmelerini önemli ölçüde azalttığını, citronella yağı ve alpha-cyano cypermethrinin ise etkili olmadığını bildirmiştir. Permethrin'in %4'lük solüsyonunun atların yele,

sırt ve sağrı bölgelerine 30-40 ml dozda uygulanmasının oldukça etkili olduğu, tedavi edilen atların %86'sında "sweet-itch" semptomlarının azaldığı, bu uygulamanın birer haftalık aralıklarla yapılması gerektiği ve iki atta yan etkilere rastlandığı kaydedilmiştir. Aynı amaçla kullanılan cypermethrin ve permethrin doyurulmuş şeritlerin (strip) ise kısmen etkili olduğu, kullanılan bazı repellentlerin bazı çiftlik hayvanlarında yan etkilere yol açtığı belirtilmiştir (44).

2.2.3. Yapışkan tuzaklar

Yapışkan tuzaklar mücadeleden çok *Culicoides* ve tatarcık gibi küçük sineklerin yakalanmaları amacıyla kullanılır. Daha çok araştırma materyali toplamak için kullanılsalar da, mücadele amacıyla kullanıldıklarında yararlı olabilirler. Bu amaçla üzerine hint yağı, reçine veya şekerli ve yapışkan maddeler sürülmüş kağıtlar ya da çalılar ahır ve kümeslerin içlerine ya da dış kısımlarına asılabilirler.

2.3. Larvasitler ve uygulamaları

Larva mücadelesi fiziksel, kimyasal, hormonal veya biyolojik yöntemlerle yapılmaktadır. Fiziksel kontroldan yukarıda bahsedilmiştir. Larva mücadelesinde, larvaların gömlek değiştirmelerini durdurarak bir sonraki gelişme dönemlerine geçmelerini engelleyerek etkili olan kitin sentez inhibitörleri (IGR: Insect Growth Regulators); triflumuron, diflubenzuron, dimilin, methoprene vb kullanılabilir. IGR'lerin etkisinin bazı türlere karşı %100'e kadar ulaştığı, düşük yoğunluklarda kullanıldıklarında etkilerinin de azaldığı bildirilmiştir (44).

Bugün için larva mücadelesinin esasını kimyasal mücadele oluşturmaktadır. Kimyasal mücadelenin larvalara karşı yapılmasının daha doğru olacağı, bunun için de insektisit uygulamasının sonbaharda yapılması gerektiği ifade edilmiştir (204). Bunlara ek olarak sentetik pretroitli insektisitler (sipermetrin, deltametrin, cyfluthrin vb), organik fosforlu (dichlorvos, diazinon vb) ve karbamatlı (carbaryl, propoxur) kullanılır. Ivermektin'in de larvalara karşı etkili olduğu, fakat aynı zamanda dışkıdaki yararlı böcekleri de öldürdüğü bildirilmiştir (5). Bu insektisitler *Culicoides*'lerin üreme dönemlerinde belirli aralıklarla (iklim şartlarına göre belirlenmelidir. Bu süre 1-3 ay arasında değişebilir) ve direncin oluşmaması için dönüşümlü olarak uygulanmalıdır. Neem oil'in de *Culicoides* larvalarına etkili olduğu belirtilmiştir (15). Larvasitler tek başlarına kullanıldıkları zaman mücadelede istenen başarı elde edilemeyeceği için, mücadele erginlerle birlikte bir bütün olarak ele alınmalıdır.

Biyolojik mücadelede entomopatojen virüsler (Baculovirüsler), *Bacillus thuringiensis* (Bt-14), *Lysinibacillus* (*Bacillus*) *spharicus* gibi bakteriler, parazitler, mantarlar ve nematodlar kullanılmaktadır (44, 119, 120). Piyasada ticari amaçla piyasaya sürülmüş 50'den fazla biyolojik kontrol etkeni bulunmaktadır (120).

Baculoviruslar zararlı Lepidoptera türleri başta olmak üzere birçok böcek türüne karşı kullanılmakla birlikte (120), *Culicoides*'lere karşı kullanıldıklarına dair bir bilgiye rastlanmamıştır.

Entomopatojenik bakteriler içinde en yaygın olarak kullanılanlar: *Bacillus thuringiensis* (Bt), *Lysinibacillus (Bacillus) sphaericus*, *Paenibacillus* spp. ve *Serratia entomophila*'dır (120). Salgıladıkları toksinlerle böcekleri öldüren, sivrisinek, *Simulium* vb. artropodların larvalarına karşı çok etkili olan *B. thuringiensis*'in (Bt-14: *Bacillus thuringiensis israelensis*) *Culicoides* larvalarına karşı yeterince etkili olmadığı bildirilmiştir (44, 119).

Entomopatojenik mantarlardan *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana*'nın *Culicoides* larvalarına karşı etkili olduğu (151), *M. anisopliae* uygulanmayan dışkı örnekleriyle karşılaştırıldığında, *M. anisopliae* uygulanan sığır dışkısında üreyen *C. brevitarsis* sayısında %98.5'a kadar varan azalmanın gözlendiği belirtilmiştir (156).

Parazitlerin *Culicoides*'lerle biyolojik mücadelede kullanılmaları daha çok entomopatojenik nematodlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Nematodlarla ilgili kısım entomopatojenik nematodlar kısmında anlatılacaktır.

2.4. Ergin öldürücüler

Genel olarak sivrisineklerle yapılan mücadele metotları hemen hemen aynı habitatları ve uçuş aktivitesi gösteren *Culicoides*'ler için de geçerlidir. Ergin mücadelesi için binalardaki dinlenme ve saklanma yerlerinin iyi bilinmesi ve hem oraların hem de konakların insektisitlerle ilaçlanmaları gerekir. Önceleri klorluhidrokarbonlu insektisitlerden DDT ve BHC'li insektisitler kullanılmış olmakla birlikte, bugün organik klorlu insektisitlerin kullanılmaları yasaktır.

Ergin sineklerle mücadele daha çok konakların ilaçlanması esasına dayanmaktadır. Konakların ilaçlanmasında sentetik pretroitler banyo, püskürtme ya da dökme (pour-on), avermektinler ise derialtı (Subcutan: SC) ya da kas içi (intramuscular: IM) yolla kullanılmaktadır (11, 44, 52, 134, 172, 179). ABD'de yapılan laboratuar çalışmalarında, keçilerde permetrinin *C. sonorensis*'e karşı etkisinin tedaviden sonraki 69. güne kadar %100,

danalarda ise %80'den yüksek olduğu belirtilmiştir (44, 144). Deltamethrinin koyunlarda *Culicoides*'lere karşı yüksek etkili olduğu belirtilirken (172), bazı çalışmalarda deltamethrinin etkisinin düşük olduğu ve klasik insektisit uygulamalarının koyunları korumadığı bildirilmiştir (52, 198). Cyfluthrin'in de sığır ve koyunlarda, *Culicoides*'lere karşı yüksek etkili olduğu kaydedilmiştir (134). Standfast ve ark (179) 200 mcg/kg dozda, subcutan yolla tatbik edilen ivermektinin *C. brevitarsis*' e karşı etkisinin tedaviden 10 gün sonrasına kadar %99 olduğunu tespit etmişlerdir.

Ergin sineklerle mücadelede, konak ilaçlamasının yanısıra, *Culicoides*'lerin saklanma ve dinlenme yerleri de organik fosforlu, özellikle de sentetik pretroitli (permethrin, deltamethrin, cyfluthrin, cypermethrin, cyhalothrin, fenvalerate vs) insektisitlerle ULV, sıcak sisleme veya püskürtme tarzında ilaçlanmalıdır. Bu insektisitler ahırlarda püskürtme tarzında kullanılabildikleri gibi, hayvanlara pour-on (sırt çizgisi boyunca dökme) (172, 198) veya kulak küpesi şeklinde de uygulanabilirler. Her ne kadar pour-on uygulama uzun yapağı veya kıl örtüsüne sahip hayvanlarda çok etkili olmadığı için, koyun ve keçi gibi uzun yapağı veya kıl örtüsüne sahip hayvanların ilaçlamadan önce traş edilmeleri gerekmektedir.

Bitki özütlerinin de ergin *Culicoides*'lere karşı kullanıldığı, neem oil'in *Culicoides* larvalarına etkili olduğu kadar, erginlere de yüksek oranda etkili olduğu ve repellent etkisinin de tavsiye edilecek seviyede olduğu bildirilmiştir (15).

Ergin *Culicoides*'lere karşı biyolojik mücadelede entomopatojenik mantarların kullanışı çok yenidir. Bazı ülkelerde bu amaçla hazırlanmış ticari preparatlar bulunmaktadır. İngiltere'de, *C. nubeculosus*'un erginlerine karşı *Metarhizium anisopliae* (V275 suşu), *Beauveria bassiana, Lecanicillium* (=*Verticillium*) *lecanii* ve *Isaria* (=*Paecilomyces*) *fumosorosea*'nın etkileri laboratuarda araştırılmış, mantarların hepsinin etkili olduğu gözlenmiş ve *M. anisopliae* 'nin diğerlerinden daha etkili olduğu kaydedilmiştir (5). *M. anisopliae* 'nin ergin *C. brevitarsis*'e karşı da etkili olduğu, en yüksek ölümlerin 8 günlük uygulama sonrasında görüldüğü, fakat buna rağmen 25. güne kadar canlı *C. brevitarsis*'lere rastlandığı ifade edilmiştir (156).

Ergin *Culicoides*'lerin üzerinde beslenen bazı akarların tespit edilmeleri, onların da biyolojik mücadelede kullanılabileceğini akla getirmektedir. Ergin dönemlerinde parazit olmayan trombidoid akarların (*Parafeiderium stuarti, Centrotrombidium blackwellae* ve *C. culicoides* larvalarının *Culicoides*'ler üzerinde beslendikleri bildirilmiştir (10).

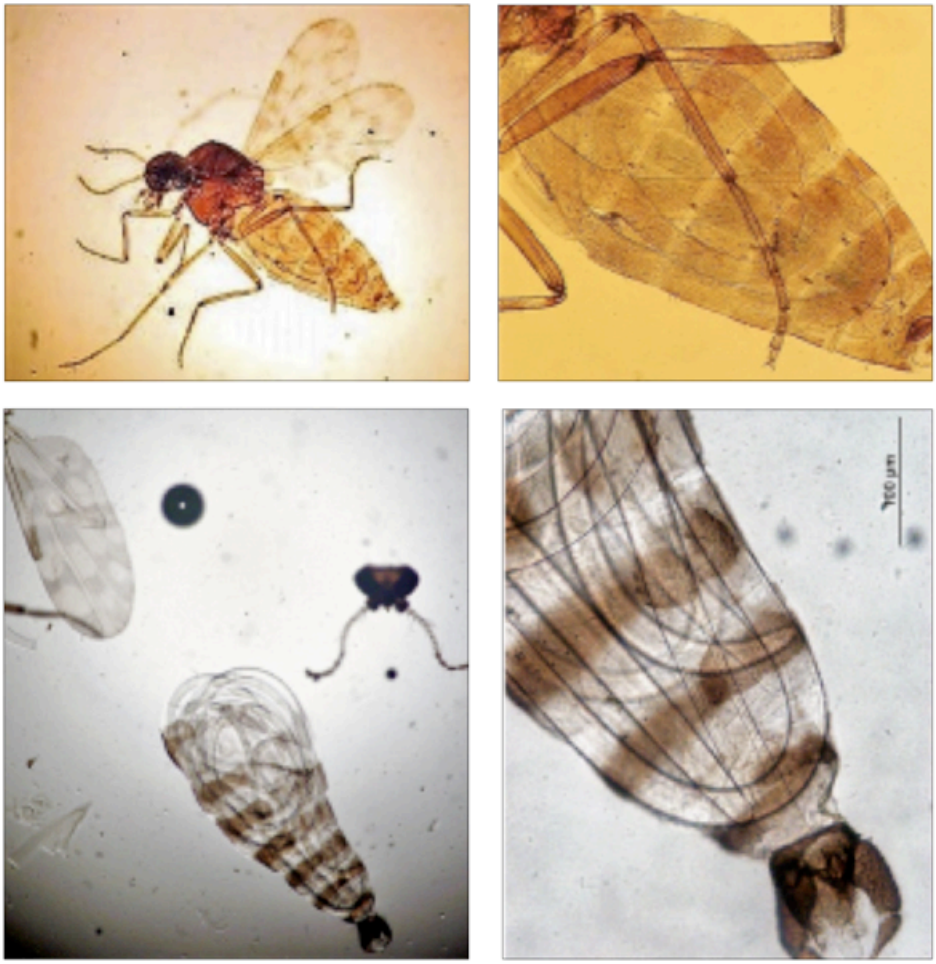
2.4.1. Soğuk sisleme (ULV-Coldfog) ve Sıcak Sisleme, (TF-Termal fog) uygulamaları

Sentetik veya organik fosforlu insektisitlerle ergin *Culicoides*'lerin saklanma ve dinlenme yerleri ilaçlanabilir. Ergin *Culicoides*'lerle mücadelede, insektisitler püskürtme ve sisleme şeklinde kullanılabilirler. Son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlayan ve isimleri yukarıda bildirilen sentetik pretroidler ULV (ultra low volume) şeklinde uygulanabilirler. Fakat bu insektisitlerin kutu veya şişelerinde ULV veya termal sisleme şeklinde kullanılabileceğinin belirtilmesi gerekmektedir.

2.5. Entomopatojenik nematodlar

Entomopatojenik nematodlar (EPN) Rhabditida takımı, Mermithidae ailesinde, özellikle de *Steinernema* and *Heterorhabditis* cinslerinde yer alırlar. Bu nematodlar zararlı böceklerin biyolojik kontrolünde kullanılmaktadırlar (120). EPN'ler *Xenorhabdus* spp. ve *Photorhabdus* spp. cinsi bakterilerle simbiotik ilişki içindedirler ve bu nematodlar artropodların larval dönemlerinde ağız, anüs veya stigma deliklerinden (spiracle), bazen de kütiküladan vücuda girerler. Böceğin hemoseline girdikten sonra serbest kalan nematodlar simbitotik bakterileriyle konaklarını (böcekleri) öldürüler.

Ceratopogonidae ailesindeki sinekler Mermithidae ailesinde yer alan nematodların büyük bir kısmının kesin konağıdırlar. 30'dan fazla Ceratopogonid türünün Mermithid nematodlarla enfekte olduğu, fakat bunlardan ancak birkaçının teşhis edildiği belirtilmiştir (163). Poinar ve Sarto i Monteys (163) İspanya'da, *C. circumscriptus* larvalarından *Heleidomermis catoloniensis*'i tanımlamışlar ve larvalardaki parazitizm oranının %7-68 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Türkiye'nin farklı bölgelerinden yakalanan ve preparat haline getirilen dişi ve erkek *C. circumscriptus* örneklerinin abdomenlerinde de nematodlara rastlanmasına rağmen (Şekil 13), bu nematodların cins ve türleri teşhis edilememiştir (Dik, yayınlanmadı).



Şekil 13. *C. circumscriptus*'un abdomeninde Mermithid nematodlar (dişi, üstte; erkek, altta) (orijinal)

3. KAYNAKLAR

1. Abu Elzein EME, Gameel AA, Al-Afaleq AI, Al-Gundi O, Al-Bashier AM, Zeedan A, Al-Mageed HA, Abu Khadra H. Observations on the recent epizootic of bovine ephemeral fever in Saudi Arabia. Rev sci tech Off int Epiz, 1999; 18: 672-680.
2. Agbolade O-M, Akınboye OA, Olateju TM, Ayanbiyi OA, Kuloyo OO, Fenuga OO. Biting of anthropophilic *Culicoides fulvithorax* (Diptera: Ceratopogonidae), a vector of *Mansonella perstans* in Nigeria. Korean J Parasitol, 2006; 44: 67-72.
3. Albayrak H, Özan E. Orta Karadeniz bölgesinde ruminant ve tek tırnaklılarda kan emici sineklerle nakledilen bazı arboviral enfeksiyonların seroprevalansı. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 2010; 16: 33-36.
4. Anonymous. Epizootiology, diagnosis and control of bluetongue in Turkey, Bull Off Int Epizoot, 1980; 92: 567–574.
5. Ansari MA, Pope EC, Carpenter S, Scholte E-J, Butt TM. Entomopathogenic fungus as a biological control for an important vector of livestock disease: The *Culicoides* biting midge. Plos ONE, 2011; 6: e16108. doi:10.1371/journal.pone.0016108.
6. Aradaib I, Ali N. Current status and future prospects of epizootic haemorrhagic disease of deer-a review. Vet Arhiv, 2004; 74: 68–83.
7. Arnaud P. Heleid Genus *Culicoides* in Japan, Korea and Ryukyu Islands (Insecta: Diptera). Microentomol, l956; 21: 84-2O7.
8. Ayllón T, Nijhof AM, Weiher W, Bauer B, Allène X, Clausen PH. Feeding behaviour of *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) on cattle and sheep in northeast Germany. Parasite Vector, 2014; 7: 34.
9. Azkur AK, Albayrak H, Risvanlı A, Pestil Z, Ozan E, Yılmaz O, Tonbak S, Cavunt A, Kadı H, Macun HC, Acar D, Özenç E, Alparslan S, Bulut H. Antibodies to Schmallenberg virus in domestic livestock in Turkey. Trop Anim Health Prod, 2013; 45: 1825–1828.
10. Baker AS. Two new species of larval mites (Acari: Trombidioidea: Microtrombidiidae and Johnstonianidae) parasitising *Culicoides impunctatus*, the highland midge (Insecta: Ceratopogonidae), in Scotland. Sys Parasitol, 1999; 44: 37–47.
11. Baker T, Carpenter S, Gubbins S, Newton R, Lo Iacono G, Wood J, Harrup LE. Can insectiside-treated netting provide protection for equids from *Culicoides* biting midges in the United Kingdom? Parasite Vector, 2015; 8: 604.
12. Baldet T, Delecolle JC, Mathieu B, de La Rocque S, Roger F. Entomological surveillance of bluetongue in France in 2002. Vet Ital, 2004; 40: 226-231.
13. Bellis G, Dyce A, Gopurenko D, Yanase T, Garros C, Labuschange K, Mitchell A. Revision of the *Culicoides* (Avaritia) *imicola* complex Khamala & Kettle (Diptera: Ceratopogonidae) from the Australasian region. Zootaxa, 2014; 3768: 401-427.
14. Belton P, Pucat A. A comparison of different lights in traps for *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae), Can Ent, 1967; 99: 267-272.
15. Benelli G, Buttazzoni L, Canale A, D'Andrea A, Serrone PD, Delrio G, Foxi C, Mariani S, Savini G, Vadivalagan C, Murugan K, Toniolo C, Nicoletti M, Serafini M. Bluetongue outbreaks: Looking for effective control strategies against *Culicoides* vectors. Res Vet Sci, 2017; 115: 263–270.

16. Birley MH, Braverman Y, Frish K. Survival and blood-feeding rate of some *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) in Israel. Environ Ent, 1984; 13: 424–429.
17. Bishop AL, McKenzie HJ, Barchia IM, Spohr LJ. Effects of lighting regimens on the emergence and numbers of *Culicoides brevitarsis* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae) in emergence chambers. Aust J Ent, 1998; 37: 319-322.
18. Bishop AL, Bellis GA, McKenzie HJ, Spohr LJ, Worrall RJ, Harris AM, Melville L. Light trapping of biting midges *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) with green light-emitting diodes. Aust J Ent, 2006; 45: 202-205.
19. Blackwell A. Recent advances on the ecology and behaviour of *Culicoides* spp. in Scotland and the prospects for control. Vet Bull, 2001; 71: 1–8.
20. Blackwell A, King FC. Vertical distribution of *Culicoides impunctatus* larvae. Med Vet Entomol, 1997; 11: 45 – 48.
21. Bobeva A, Zehtindjiev P, Bensch S, Radrova J. A survey of biting midges of the genus *Culicoides* Latreille, 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) in NE Bulgaria, with respect to transmission of avian haemosporidians. Acta Parasitol, 2013; 58: 585-591.
22. Bobeva A, Zehtindjiev P, Ilieva M, Dimitrov D, Mathis A, Bensch S. Host preferences of ornitophilic biting midges of the genus *Culicoides* in the eastern Balkans. Med Vet Entomol, 2015; 29: 290-296.
23. Bolat Y. Elazığ, Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde koyunların Mavi Dil hastalığı'nın yayılması üzerine serolojik araştırmalar, Selçuk Üniv Vet Fak Derg, 1986; 2: 103-112.
24. Boorman J. *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) of the Arabian Peninsula with notes on their medical and veterinary importance. Fauna of Saudi Arabia, 1989; 10:160-224.
25. Borkent A. World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). Avaliable from: URL: http://wwx.inhs.illinois.edu/files/8413/4219/9566/CeratopogonidaeCatalog.pdf. 2012.
26. Borkent A. World species of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). Avaliable from: URL: http://wwx.inhs.illinois.edu/files/4514/6410/0252/CeratopogonidaeCatalog.pdf. 2016.
27. Borkent A. The subgeneric classification of species of *Culicoides*-thoughts and a warning. Avaliable from: URL: http://wwx.inhs.illinois.edu/files/5014/6532/8290/CulicoidesSubgenera.pdf. 2016.
28. Braverman Y. Nematocera (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae and Culicinae) and control methods, Rev Sci Tech Off Int Epiz, 1994; 13: 1175–1199.
29. Braverman Y, Galun R. The medical and veterinary importance of the genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae). Ref Vet, 1973; 30: 62–68.
30. Braverman Y, Galun R. The occurence of *Culicoides* in Israel with reference to the insidence of bluetongue. Ref Vet, 1973; 30: 121–127.
31. Braverman Y, Linley JR. Parity and voltunism of several *Culicoides spp*. (Diptera: Ceratopogonidae) in Israel, as determined by two trapping methods. J Med Entomol, 1988; 25: 121–126.

32. Braverman Y, Mumcuoğlu K. Newly emerged nulliparous *Culicoides imicola* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae) with pigmented abdomen. Vet Parasitol, 2009; 160: 356-358.
33. Braverman Y, Galun R, Ziv M. Breeding sites of some *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) in Israel. Mosq News, 1974; 34: 303–308.
34. Braverman Y, Rubina M, Frish K. Pathogens of veterinary importance isolated from mosquitoes and biting midges in Israel. Insect Sci Appl, 1981; 2: 157–161.
35. Braverman Y, Linley JR, Marcus R, Frish K. Seasonal survival and expectation of infective life of *Culicoides* spp.(Diptera: Ceratopogonidae) in Israel, with implications for bluetongue virus transmission and a comparison of the parous rate in *C. imicola* from Israel and Zimbabwe. J Med Ent, 1985; 22: 476–484.
36. Bukauskaitė D, Žiegytė R, Palinauskas V, Iezhova TA, Dimitrov D, Ilgūnas M, Bernotienė R, Markovets MY, Valkiūnas G. Biting midges (*Culicoides*, Diptera) transmit *Haemoproteus* parasites of owls: evidence from sporogony and molecular phylogeny. Parasite Vector, 2015; 8: 303.
37. Bulut O, Yavru S, Yapkic O, Simsek A, Kale M, Avci O. Serological investigation of Bluetongue virus infection by serum neutralization test and ELISA in sheep and goats, B Vet I Pulawy, 2006; 50: 305–307.
38. Burgu I, Akca Y, Hamblin C, Kitching P. Epizootic Haemorrhagic Disease virus antibodies in Turkey. Trop Anim Hlth Prod, 1991; 23: 261–262.
39. Burgu I, Urman HK, Akça Y, Yonguç A, Mellor PS, Hamblin C. Serologic survey and vector surveillance for bluetongue in southern Turkey. Walton TE, Ousburn BI, editors Bluetongue, African Horse Sickness and related orbiviruses. Boca Raton: CRC Press, Florida, 1992. p. 168-174.
40. Callot J, Kremer M, Rault B, Bach A. Contribution a l`etude des *Culicoide*s de l'Quest de la France. Annls Parasit, l966; 41:513-521.
41. Campbell MM, Kettle DS. Sugar feding and longevity in *Culicoides brevitarsis* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae) in the laboratory. J Aust ent Soc, 1975; 14: 333-337.
42. Caracappa S, Torina A, Guercio A, Vitale F, Calbro A, Purpari G, Ferrantelli V, Vitale M, Mellor PS. Identification of novel a bluetongue virus vector species of *Culicoides* in Sicily. Vet Rec, 2003; 19, 71–74.
43. Carpenter S, Mordue (Luntz) AJ, Mordue W. Oogenesis and laboratory survival in the Scottish biting midge *Culicoides impunctatus*. Physiol Entomol, 2006; 31: 89-93.
44. Carpenter S, Mellor PS, Torr SJ. Control techniques for *Culicoides* biting midges and their application in the U.K. and Northwestern Palaearctic. Med Vet Entomol, 2008; 22: 175–187.
45. Carpenter S, Groschup MH, Garros C, Felippe-Bauer ML, Purse B. *Culicoides* biting midges, arboviruses and public health in Europe. Antivir Res, 2013; 100: 102-113.
46. Cetre-Sossah C, Baldet T, Delecolle JC, Mathieu B, Perrin A, Grillet C, Albina E. Molecular detection of *Culicoides* spp. and *Culicoides imicola*, the principal vector of bluetongue (BT) and African horse sickness (AHS) in Africa and Europe. Vet Res, 2004; 35: 325–337.
47. Chhilar JS, Chaudhry S. First report of a biting midge *Culicoides anophelis* parasitizing mosquito *Anophelis stephensi* from North-western India. J Experimental Sci, 2010; 1: 3-6.

48. Clastrier J. Notes sur les Cératopogonides. IV. Ceratopogonidés d'Afrique Occidentale Française. Arch Inst Pasteur d'Alg, 1958; 36:192-257.

49. Collins RC, Jones RH. Laboratory transmission of *Onchocerca cervicalis* with *Culicoides variipennis*. Am J Trop Med Hyg, 1978; 27: 46–50.

50. Conte A, Ippoliti C, Savini L, Goffredo, Meiswinkel R. Novel environmental factors influencing the distribution and abundance of *Culicoides imicola* and the *C. obsoletus* complex in Italy. Vet Ital, 2007: 43: 571-580.

51. Davies FG, Walker AR. The isolation of ephemeral fever virus from cattle and *Culicoides* midges in Kenya. Vet Rec, 1974; 95: 63–64.

52. De Keyser R, Cassidy C, Laban S, Gopal P, Pickett JA, Reddy YK, Prasad M, Prasad G, Chirukandoth S, Senthilven K, Carpenter S, Logan JG. Insecticidal effects of deltamethrin in laboratory and field populations of *Culicoides* species: how effective are host contact reduction methods in India? Parasite Vector, 2017; 10: 54.

53. Delecolle JC. Nouvelle contribution á l'etude systématique et iconographique des espéces du genre *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) du Nord-Est de la France. Strasbourg, 1985.

54. Del Rio R, Barceló C, Paredes-Esquivel C, Lucientes J, Miranda MA. Susceptibility of *Culicoides* species biting midges to deltamethrin-treated nets as determined under laboratory and field conditions in the Balearic Islands, Spain. Med Vet Entomol, 2014; 28: 414-420.

55. Deniz A, Öncel T, Patakakis MJ. Trakya Bölgesi (Türkiye) *Culicoides* Latreille, 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) tür kompozisyonu. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 2010; 16: 1057-1060.

56. De Waal T, Liebenberg D, Venter GJ, Mienie CMS, van Hamburg H. Detection of African horse sickness virus in *Culicoides imicola* pools using RT-qPCR. J Vector Ecol, 2016; 41: 179-185.

57. Dik B. *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) soyuna bağlı sineklerin tıbbi önemleri. Elazığ Bölgesi Vet Hek Odası Derg, 1988–1989; 3–4: 33–40.

58. Dik B. Konya ve çevresinde bulunan *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türleri üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 1989.

59. Dik B. Adana, İçel ve Antalya yörelerinde bulunan *Culicoides* Latreille, 1908 (Diptera: Ceratopogonidae) türlerinin tespiti. Türk Vet Hek Derg, 1993; 5: 48–55.

60. Dik B. Ege bölgesi *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türlerinin tespiti. Turkiye Parazitol Derg, 1996; 20: 131–137.

61. Dik B. Ceratopogonid'ler ve Parazitolojik Önemleri. Özcel MA, Daldal N. editors. Parazitolojide Artropod Hastalıkları ve Vektörler. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 13, İzmir; 1997. p. 111–143.

62. Dik B. Türkiye Ceratopogonid'leri ve vektörlükleri. XV. Ulusal Parazitoloji Kongresi Özet Kitabı, 18–23 Kasım 2007 Kayseri ve Ürgüp, Türkiye; 2007. p. 113–117.

63. Dik B, Dinçer Ş. Konya ve çevresinde bulunan *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türleri. Doğa Tr J Vet Anim Sci, 1992; 16: 199-215.

64. Dik B, Ergül R. Konya'daki *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türlerinin gece uçuş aktiviteleri. Turkiye Parazitol Derg, 2006; 30: 213–216.

65. Dik B, Yagcı Ş, Linton Y-M. A review of species diversity and distribution of *Culicoides* Latreille, 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) in Turkey. J Nat Hist, 2006; 40: 1947–1967.

66. Dik B, Kurt M, Aydın İ. Karadeniz bölgesi *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türleri üzerine bir araştırma. Bornova Vet Kont Araş Enst Derg, 2008; 30: 23–26.

67. Dik B, Yaman M, Uslu U. Hatay yöresi *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) Türleri. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 2010; 16: 255–258.

68. Dik B, Kuçlu Ö, Öztürk R. *Culicoides* Latreille, 1809 (Diptera: Ceratopogonidae) species in the Western Black Sea Region of Turkey, new records for the Turkish fauna. Turkish J of Vet Anim Sci, 2017; 41: 228-237.

69. Dik B, Muz D, Uslu U, Muz M. The Geographical distribution and first molecular analysis of *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) species in southern and south-eastern Turkey during 2012 outbreak of Bovine Ephemeral Fever. Parasitol Res, 2014; 4225–4232.

70. Dik B, Yavru S, Uslu U, Yapıcı O, Esin E. Determination of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) and suspect vectors of Epizootic Haemorrhagic Disease virus and Bluetongue virus in *Culicoides* specimens by RT-PCR in southern and western Anatolia. Rev Med Vet, 2012; 163: 505-510.

71. Dipeolu OO, Ogunrinade AF. Studies on *Culicoides* species of Nigeria. VII. The biology of some Nigerian *Culicoides* species. Z Parasitkde, 1977; 51: 289–298.

72. Dijkstra E, van der Ven IJ, Meiswinkel R, Holzel DR, Van Rijn PA. *Culicoides chiopterus* as a potential vector of bluetongue virus in Europe. Vet Rec, 2008; 162: 422.

73. Downes JA. Habits and life-cycle of *Culicoides nubeculosus* Mg. Nature, 1950; 23: 510–511.

74. Dzhafarov SM. Biting midges (Diptera: Heleidae) of Transcaucasus (morphology, biology, ecology, geographical distribution and harmfulness, control. Fauna of the genera *Culicoides, Leptoconops* and *Lasiohelea*). Franklin Book Programs, Cairo, 1976.

75. Edwards FW. Ceratopogonidae. Edwards FW, Oldroyd H, Smart J. British Blood-Sucking Flies. British Museum Natural History. London; 1939.

76. EFSA (European Food Safety Authority). Scientific opinion of Epizootic Hemorrhagic Disease, EFSA panel on Animal Health and Welfare (AHAW). EFSA Journal, 2009; 1418: 1–67.

77. Elbers ARW, Meiswinkel R. *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) and livestock in the Netherlands: comparing host preference and attack rates on a Shetland pony, a dairy cow, and a sheep. J Vector Ecol, 2015; 40: 308-317.

78. Elbers ARW, Meiswinkel R, van Weezep E, Kooi EA. Schmallenberg virus in *Culicoides* spp. biting midges, the Netherlands, 2011. Emerg Infect Dis, 2013; 19: 106-109.

79. Elbers ARW, Stockhofe-Zurwieden N, van der Poel VHM. Schmallenberg virus antibody persistence in adult cattle after natural infection and decay of maternal antibodies in calves. BMC Vet Res, 2014; 10: 103.

80. Elbers ARW, Koenraadt CJM, Meiswinkel R. Mosquitoes and *Culicoides* biting midges: vector range and influence of climate change. Rev Sci Tech Off Int Epiz, 2015; 34: 123-137.

81. El Sinnary KA, Muller R, Atta El Mannan A, Hussein SH. The diurnal activity of *Culicoides kingi* in northern Sudan. Rev Elev Méd vét Pays trop, 1985; 38: 270–275.
82. Eren H, İnci A. Bursa (Gemlik)'da saptanan *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türleri. Turkiye Parazitol Derg, 2002; 26: 199–200.
83. Eren H, Yağcı Ş, Dinçer Ş. Ankara'da bulunan *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türleri. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 1995; 42: 179–182.
84. Ertürk A, Tatar N, Kabakli O, Incoglu S, Cizmeci S, Barut F. The current situation of Bluetongue in Turkey. Vet Ital, 2004; 40: 137–140.
85. Fall M, Diarra M, Fall AG, Balenghien T, Seck MT, Bouyer J et al.. *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) midges, the vectors of African horse sickness virus – a host/vector contact study in the Niayes area of Senegal. Parasite Vector, 2015; 8:39.
86. Fallis AM, Wood DM. Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) as intermediate hosts for *Haemoproteus* of ducks. Can J Zool, 1957; 34: 425–435.
87. Garnham PCC, Heisch RB, Minter DM, Phipps JD, Ikata M. *Culicoides adersi* Ingram and Macfie, 1923 a presumed vector of *Hepatocystis* (: *Plasmodium*) *kochi* (Laveran, 1899). Nature, 1961; 190: 739-741.
88. Gibson CL, Ascoli W. The relation of *Culicoides* (Diptera: Heleidae) to the transmission of *Onchocerca volvulus*. J Parasitol, 1952; 38: 315–319.
89. Girgin H, Yonguç AD, Akçora A, Aksak E. Türkiye'de ilk Bovine Ephemeral Fever salgını. Etlik Vet Mikrob Enst Derg, 1986; 5: 5–14.
90. Goffredo M, Catalani M, Federici V, Portanti O, Marini V, Mancini G, Quaglia M, Santilli A, Teodori L, Savini G. Vector species of *Culicoide*s midges implicated in the 2012-2014 Bluetongue epidemics in Italy. Vet Ital, 2015; 51: 131-138.
91. González M, Goldarazena A. El género *Culicoides* en el pais Vasco. Guia práctica para su identificación y control. Eusko Jaurlaritza&Gobierno Vasco, Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Collectión Lur No: 16, Vitoria-Gasteiz; 2011.
92. González M, Alarcón-Elbal PM, Valle-Mora J, Goldarazena A. Comparison of different light sources for trapping *Culicoides* biting midges, mosquitoes and other dipterans. Vet Parasitol, 2016; 226: 44-49.
93. Gutsevich AV. Keys to blood-sucking midges of the genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) of Soviet Central Asia. Ent Rev, 1966; 45: 372-382.
94. Gutsevich AV. Blood-sucking midges (Ceratopogonidae). Fauna SSR. 1973. (Rusça).
95. Gür S. A serologic investigation of blue tongue virus (BTV) in cattle, sheep and *Gazella subgutturosa subgutturosa* in southeastern Turkey, Trop Anim Health Pro, 2008; 40: 3.
96. Harrup LE, Bellis GA, Balenghien T, Garros C. *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) taxonomy: Current challenges and future directions. Infection, Infect Genet Evol, 2015; 30: 249-266.
97. Hope A, Gubbins S, Sanders C, Denison E, Barber J, Stubbins F, Baylis M, Carpenter S. A comparison of commercial light-emitting diode baited suction traps for surveillance of *Culicoides* in northern Europe. Parasite Vector, 2015; 8: 239.

98. Jennings M, Boorman J, Ergün H. *Culicoides* from Western Turkey in relation to bluetongue disease of sheep and cattle. Rev Elev Mèd vèt Pays trop, 1983; 36: 67–70.

99. Jones RH, Foster NM. Heterogenity of *Culicoides variipennis* field populations to oral infection with bluetongue virus. Am J Trop Med Hyg, 1978; 27: 178–183.

100. Kameke D, Kampen H, Walther D. Activity of *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) inside and outside of livestock stables in late winter and spring. Parasitol Res, 2017; 116: 881-889.

101. Karaoğlu T, Özgünlük İ, Demir B, Özkul A, Burgu İ. Seroprevalence of *Culicoides*-borne disease in cattle in European Turkey. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 2007; 54: 121–125.

102. Kettle DS. Biting ceratopogonids as vectors of human and animal disease. Acta trop, 1965; 22: 356–361.

103. Kettle DS. Medical and Veterinary Entomology. CAB International, Wallingford, UK; 1993.

104. Khalaf KT. Heleids from Iraq, with description of new species (Diptera: Heleidae (Ceratopogonidae). Bull Soc Entom Egypte, 1957; 41: 335-350.

105. Khalaf KT. More *Culicoides* from Iraq (Diptera-Heleidae). Beitr Ent, 1961; 11:450-471.

106. Khalaf KT. The seasonal incidence of *Culicoides* in Southern Louisiana (Diptera: Ceratopogonidae). Ann Entomol Soc Amer, 1966; 59: 881–883.

107. Kim HC, Bellis GA, Kim M-S, Klein TA, Gopurenko D, Cai D-C, Seo H-J, Cho I-S, Park J-Y. Species diversity and seasonal distribution of *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) in Jeju-do, Republic of Korea. Korean J Parasitol, 2015; 53: 501-506.

108. Kirkeby C, Dominiak P. *Culicoides* (Avaritia) *gornostaevae* Mirzaeva, 1984 (Diptera: Ceratopogonidae) - a possible vector species of the *Obsoletus* group new to the European fauna. Parasite Vector, 2014; 7: 445.

109. Kluiters G, Swales H, Baylis M. Local dispersal of palaearctic *Culicoides* biting midges estimated by mark-release-recapture. Parasite Vector, 2015; 8:86.

110. Kluiters G, Pagès N, Carpenter S, Gardès L, Guis H, Baylis M, Garros C. Morphometric discrimination of two sympatric sibling species in the Palaearctic region, *Culicoides obsoletus* Meigen and *C.scoticus* Downes & Kettle (Diptera: Ceratopogonidae), vectors of Bluetongue and Schmallenberg viruses. Parasite Vector, 2016; 9:262.

111. Koenraadt CJM, Balenghien T, Carpenter S, Ducheyne E, Elbers ARW, Fife M et al.. Bluetongue, Schmallenberg - what is next? *Culicoides*-borne viral diseases in the 21st Century. BMC Vet Res, 2014; 10: 77.

112. Konurbayev EO. Biting midges (Diptera: Heleidae) of the Issyk-Kul depression in Kırgızia. Ent Rev, 1965; 44: 75–78.

113. Kramer WL, Greiner EC, Gibbs EPJ. Seasonal variations in population size, fecundity, and parity rates of *Culicoides insignis* (Diptera: Ceratopogonidae) in Florida, USA. J Med Ent, 1985; 22: 163–169.

114. Kremer M. Contribution à l'étude du genre *Culicoides* Latreille particuliérement en France. Editions Paul Lechevalier, Paris. 1965.

115. Kremer M, Rieb JP, Rebholtz C. Ecologie des Cératopogonidés de la plaine d'Alsace. I.-Le genre *Culicoides* des sols humides du ried. Annls Parasitol, 1978; 53: 101–115.

116. Kremer M, Callot J, Hommel M. Cles des especes *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) du groupe *Odibilis* sensu lato. Bull Entomol Pol, 1973; 43: 61-90.

117. Kremer M, Rebholtz-Hirtzel C, Bailly-Choumara H. Quatrieme contribution a l'etude faunistique des *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) du Maroc. Redescription de *C. faghihi* Navai et d'Une Forme de *C. subfascipennis* Kieffer. Cah ORSTOM, Seri Ent Med Parasitol, 1975; 13: 205-214.

118. Kühlhorn F. Über das vorkommen von *Culicoides*-mücken im nutzviehbereich. Gesunde Desinf, 1964; 56: 99–103.

119. Lacey LA, Kline DL. Laboratory bioassay of *Bacillus thuringiensis* (H-14) against *Culicoides* spp. and *Leptoconops* spp. (Ceratopogonidae). Mosq news, 1983; 43: 502-503.

120. Lacey LA, Grzywacz D, Shapiro-DI, Frutos R, Brownbridge M, Goettel MS. Insect pathogens as a biological control agents: Back to the future. J Invertebr Path, 2015; 132: 1-41.

121. Laird M. A Ceratopogonine midge (*Culicoides anophelis* Edwards, 1922) sucking engorged blood from a mosquito (*Armigeres lacuum* Edwards, 1922) at Palmalmal, New Britain. Trans R Soc New Zealand, 1946; 76: 158-161.

122. Lane RP. Insects of Saudi Arabia *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) of Saudi Arabia and their potential veterinary importance. Fauna of Saudi Arabia, 1983; 5: 529–544.

123. Larska M, Lechowski L, Grochowska M, Zmudzinski JF. Detection of the Schmallenberg virus in nulliparous *Culicoides obsoletus/scoticus* complex and *C. punctatus*-the possibility of transovarial virus transmission in the midge population and of a new vector. Vet Microbiol, 2013; 166: 467–473.

124. Lima NF, Aybar CAV, Juri MJD, Ferreira MU. *Mansonella ozzardi*: a neglected New World filarial nematode Pathog Glob Health, 2016; 110: 97-107.

125. Linley JR. Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) as vectors of nonviral animal pathogens. J Med Ent, 1985; 22: 589–599.

126. Lubega R, Khamala PM. Larval habitats of common *Culicoides* Latreille (Diptera, Ceratopogonidae) in Kenya. Bull Entomol Res, 1976; 66: 421–425.

127. Lühken R, Steinke S, Hoppe N, Kiel E. Effects of temperature and photoperiod on the development of overwintering immature *Culicoides chiopterus* and *C. dewulfi*. Vet Parasitol, 2015; 214: 195-199.

128. Ma Y, Xu J, Yang Z, Wang X, Lin Z, Zhao W, Wang Y, Li X, Shi H. A video clip of the biting midge *Culicoides anophelis* ingesting blood from an engorged *Anopheles* mosquito in Hainan, China. Parasite Vector, 2013; 6: 326

129. Macun HC, Azkur AK, Kalender H, Erat S. Kırıkkale'de yetiştirilen koyunlarda Schmallenberg virüs seroprevalansı ve bazı coğrafi özelliklerle ilişkisi. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 2017; 64, 93-97.

130. Mands V, Kline DL, Blackwell A. *Culicoides* midge trap enhancement with animal odour baits in Scotland. Med Vet Entomol, 2004; 18: 336-342.

131. Martinez-de la Puente J, Figuerola J, Soriguer R. Fur or feather? Feeding preferences of species of *Culicoides* biting midges in Europe. Trends Parasitol, 2015; 31: 16-32.

132. Mathieu B, Perrin A, Baldet T, Delécolle JC, Albina E, Cétre-Sossah C. Molecular identification of Western European species of *Obsoletus* complex (Diptera: Ceratopogonidae) by an internal transcribed spacer-1 rDNA multiplex polymerase chain reaction assay. J Med Entomol, 2007; 44: 1019-1025.

133. Mathieu B, Cétre-Sossah C, Garros C, Chavernac D, Balenghien T, Carpenter S, Setier-Rio ML, Vignes-Lebbe R, Ung V, Candolfi E, Delécolle JC. Development and validation of IIKC: an interactive identification key for *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) females from the Western Palaearctic region. Parasite Vector, 2012; 5: 137.

134. Mehlhorn H, Schmahl G, Schumacher B, D'Haese J, Walldorf V, Klimpel S. Effects of Bayofly™ on specimens of *Culicoides* species when incubated in hair taken from the feet of previously treated cattle and sheep. Parasitol Res, 2008; 102: 519-522.

135. Mellor PS, Wittmann EJ. Bluetongue virus in the mediterranean basin 1998–2001, Vet J, 2002; 164: 20–37.

136. Mellor PS, Boorman J, Baylis M. *Culicoides* Biting Midges: their role as arbovirus vectors. Annu Rev Entomol, 2000; 45: 307–340.

137. Mellor PS, Jennings M, Hambling C, Burgu I, Urman HK, Akça Y, Haziroğlu R, Alkan F, Özkul A, Eren H. Control of Akabane disease and surveillance of Bluetongue and Ephemeral Fever. United National Development Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1995.

138. Mills MK, Michel K, S Pfannenstiel RS, Ruder MG, Eva Veronesi E, Nayduch D. *Culicoides*–virus interactions: infection barriers and possible factors underlying vector competence. Curr Opinion Insect Sci, 2017; 22: 7–15.

139. Miltgen F, Landau I, Canning EU, Boorman J, Kremer M. *Hepatocystis* de Malaisie. III. Développement d'*Hepatocystis brayi* chez *Culicoides nubeculosus* et *C. variipennis*. Annls Parasitol, 1976; 51: 299–302.

140. Mimioğlu M. At Vebası çıkan Güneydoğu illerimizde sokucu sinekler üzerinde araştırmalara dair ilk bildiri. Vet Fak Derg, 1961; 8: 437–439.

141. Mullen GR, Durden LA. Medical and Veterinary Entomology. Academic Pres. California, 92101–4495, USA. 2002.

142. Mullen GR, Hribar LJ. Biology and feeding behavior of ceratopogonid larvae (Diptera: Ceratopogonidae) in North America, Bull Soc Vector Ecol, 1988; 13: 60–81.

143. Mullens BA. Age-related adult activity and sugar feeding by *Culicoides variipennis* (Diptera: Ceratopogonidae) in Southern California, USA. J Med Ent, 1985; 22: 32–37.

144. Mullens BA, Velten RK, Gerry AC, Braverman Y, Endris RG. Feeding and survival of *Culicoides sonorensis* on cattle treated with permethrin or primiphos-methyl. Med Vet Entomol, 2000; 4: 313-320.

145. Muller MJ, Standfast HA. Investigation of the vectors of Bovine Ephemeral Fever virus in Australia. St George, TD, Uren MF, Youn, PL, Hoffmann D, editors. Bovine ephemeral fever and related rhabdoviruses. Proceedings of the 1st international symposium held in Beijing, PRC, August, 25-27; 1992, Beijing, China;

1992. p. 29-32.

146. Muradov SM. The biting midges (Diptera: Heleidae) of Turkmenia. Fauna and ecology. Ent Rev, 1965; 44: 70–74.
147. Murray MD. Akabane epizootics in New South Wales: evidence for long-distance dispersal of the biting midge *Culicoides brevitarsis*. Aust Vet J, 1987; 64: 305–308.
148. Murray MD. Possible vectors of bovine ephemeral fever in the 1967/68 epizootic in northern Victoria. Aust Vet J, 1997; 75: 220.
149. Muz D, Dik B, Muz MN. Tekirdağ ili *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) faunasının belirlenmesi, Mavi dil virus ve Schmallenberg virus varlığı yönünden araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri sonuç raporu (NKUBAP.00.23.AR.14.08). 2016.
150. Nandi S, Negi BS. Bovine ephemeral fever: a review. Comparative Immunol Microb, 1999; 22: 81-91.
151. Narladkar BW, Shivpuje PR, Harke PC. Fungal biological control agents for integrated management of *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae) of livestock. Veterinary World. Available from: URL: http:/ www.veterinaryworld.org/Vol.8/February-2015/5.pdf.
152. Navai SH. *Culicoid*es from southern part of Lut desert Iran with two new species (Diptera: Ceratopogonidae). Mosq News, 1971; 31: 199-206.
153. Navai S. Biting Midges of the genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) from Southwest Asia. University of Maryland, 1977.
154. Navai SH, Mesghali A. Ceratopogonidae (Diptera) of Iran II. More records of *Culicoides* Latreille, 1809, J Nat Hist, 1968; 2: 241-246.
155. Nevill EM, Venter GJ, Edwards M, Pajor ITP, Meiswinkel R, Van Gas H. *Culicoides* species associated with livestock in the stellenbosch area of the western cape province, Republic of South Africa (Diptera: Ceratopogonidae), Onderstepoort J vet Res, 1988; 55: 101-106.
156. Nicholas AH, McCorkell B. Evaluation of *Metarhizium anisopliae* for the control of *Culicoides brevitarsis* Kieffer (Diptera: Ceratopogonidae), the principal vector of bluetongue virus in Australia. J Vector Ecol, 2014; 39: 213-218.
157. Oğuzoğlu TC, Ertürk A, Çizmeci ŞG, Koç BT, Akça Y. A report on bovine ephemeral fever virus in turkey: antigenic variations of different strains of EFV in the 1985 and 2012 outbreaks using partial glycoprotein gene sequences. Transbound Emerg Dis, 2013; e66-e70, doi:10.1111/tbed.12187
158. Olbrich S. Unterschungen zur biologie von gnitzen der gattung *Culicoides* Latreille (Diptera: Ceratopogonidae) an weiderindern in Norddeutschland. Ergebnisse aus dem freiland und dem laboratorium. Hannover, 1987.
159. Özgünlük İ. GAP kapsamındaki bölgede sığırlarda Mavidil, Akabane ve İbaraki enfeksiyonlarının seroepidemiyolojisi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü. 2003.
160. Öztürk F, Yavru S, Eröz S. Koyunlarda Mavi Dil enfeksiyonu üzerine seroepizootiolojik araştırmalar. Selçuk Üniv Vet Fak Derg, 1987; 6: 37-40.
161. Pajor ITP. A collapsible, semi-automatıc, tent-type, emergence trap, suitable for sampling *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) from a wide range of habitats, Onderstepoort J vet Res, 1987; 54: 99-101.

162. Parker AH. Observations on the seasonal and daily incidence of certain biting midges (*Culicoides* Latreille-Diptera, Ceratopogonidae) in Scotland. Trans R Ent Soc Lond, 1949; 100: 179–190.

163. Poinar G, Sarto i Monteys V. Mermithids (Nematoda: Mermithidae) of biting midges (Diptera: Ceratopogonidae): *Heleidomermis cataloniensis* n.sp. and a species of *Cretacimermis* Poinar, 2001 from a ceratopogonid in Burmese amber. Sys Parasitol, 2008; 69: 13-21.

164. Rawlings P. A key, based on wing patterns of biting midges (Genus *Culicoides* Latreille-Diptera: Ceratopogonidae) in the Iberian Peninsula, for use in epidemiological studies. Graellsia, 1996; 52: 52-71.

165. Robinson WH. A Hand book of Urban Insect and Arachnids. Ceratopogonidae. First Published, Cambridge University Pres the Edinburg Building; 2005.

166. Rosenstock SS, Ramberg F, Collins JK, Rabe MJ. *Culicoides mohave* (Diptera: Ceratopogonidae): New occurrence records and potential role in transmission of haemorrhagic disease. J Med Entomol, 2003; 40: 577–579.

167. Ruder MG, Howerth EW, Stallknecht DE, Allison AB, Carter DL, Drolet BS, Klement E, Mead DG. Vector competence of *Culicoides sonorensis* (Diptera: Ceratopogonidae) to epizootic hemorrhagic disease virus serotype 7. Parasite Vector, 20125; :236.

168. Santiago-Alarcon D, Palinauskas V, Schaefer HM. Diptera vectors of avian Haemosporidian parasites: untangling parasite life cycles and their taxonomy. Biol Rev, 2012; 87: 928–964.

169. Santiago-Alarcon D, Havelka P, Pineda E, Segelbacher G, Schaefer HM. Urban forests as hubs for novel zoonosis: blood meal analysis, seasonal variation in *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) vectors, and avian haemosporidians. Parasitology, 2013; 40: 1799–1810.

170. Savini G, Afonso A, Mellor P, Aradaib I, Yadin H, Sanaa M, Wilson W, Monaco F, Domingo M. Epizootic Hemorrhagic Disease. Res Vet Sci, 2011; 91: 1–17.

171. Scheffer EG, Venter GJ, Joone C, Osterrieder N, Guthrie AJ. Use of real-time quantitative reverse transcription polymerase chain reaction fort he detection of African horse sickness virus replication in *Culicoides imicola*. Onderstepoort Journal of Vet Res, 2011; 78: 344.

172. Schmahl G, Klimpel S, Walldorf V, Schumacher B, Jatzlau A, Al-Quarishy S, Mehlhorn H. Effects of permethrin (Flypor®®) and fenvalerate (Acadrex®60, Arkofly®) on *Culicoides* species-the vector of Bluetongue virus. Parasitol Res, 2009; 104: 815-820.

173. Schmidtmann ET, Robian RJ, Belden RP. Soil chemistries define aquatic habitats with immature populations of the *Culicoides variipenni*s complex (Diptera: Ceratopogonidae). J Med Entomol, 2000; 37: 58-64.

174. Sellers RF, Pedgley DE. Possible windborne spread to Western Turkey of bluetongue virus in 1977 and of akabane virus in 1979. J Hyg Camb, 19859; 5: 149–158.

175. Service MW. A battery-operated light-trap for sampling mosquito populations, Bull Wrld Hlth Org, 1970; 41: 635-641.

176. Service MW. Adult flight activities of some British *Culicoides* species. J Med Ent, 1971; 8: 605–609.

177. Shelley A, Coscaron S. Simuliid Blackflies (Diptera: Simuliidae) and Ceratopogonid midges (Diptera: Ceratopogonidae) as vectors of *Mansonella ozzardi* (Nematoda: Onchocercidae) in Northern Argentina. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001; 96: 451-458.

178. Slama D, Haouas N, Remadi L, Mezhoud H, Babba H, Chaker E. First detection of *Leishmania infantum* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) in *Culicoides* spp. (Diptera: Ceratopogonidae). Parasite Vector, 2014; 7: 51.

179. Standfast HA, Muller MJ, Wilson DD. Mortality of *Culicoides brevitarsis* (Diptera: Ceratopogonidae) fed on cattle treated with ivermectin. J Econ Entomol, 1984; 77: 419–421.

180. St George TD, Muller MJ. The isolation of a bluetongue virus from *Culicoides brevitarsis*. Aust Vet J, 1984; 61: 95.

181. Stram Y, Brenner J, Braverman Y, Banet-Noach C, Kuznetzova L, Ginni M. Akabane virüs in Israel: a new virus lineage. Virus Res, 2004; 104: 93-97.

182. Talavera S, Muńoz Muńoz F, Pagés N. New insights on diversity, morphology and distribution of *Culicoides* Latreille, 1809 (Diptera: Ceratopgonidae) from Northeast Spain. Ann soc entomol Fr (ns), 2011; 47: 214–231.

183. Tanner GD, Turner EC Jr. Seasonal abundance of *Culicoides* spp. as determined by three trapping methods. J Med Ent, 1975; 12: 87–91.

184. Taşdemir A, Ustaoğlu MR, Balık S. İkizgöl'ün (Bornova, İzmir, Türkiye) Diptera (Insecta) faunası. Ege Üniv Su Ürün Derg, 2004; 21: 263-265.

185. Taylor WP, Mellor PS. The Distribution of Akabane virus in the Middle East. Epidemiol Infect, 1994; 113: 175–185.

186. Temizel EM, Yesilbag K, Batten C, Senturk S, Maan NS, Mertens PPC, Batmaz H. Epizootic Hemorrhagic Disease in cattle, Western Turkey. Emerg Infect Dis, 2009; 15: 317–319.

187. Tilki N, Dik B. Farklı renkteki ışıkların *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türlerinin yakalanmaları üzerine etkileri. Turkiye Parazitol Derg, 2003; 27: 144–147.

188. Torina A, Caracappa S, Mellor PS, Baylis M, Purse BV. Spatial distribution of bluetongue virus and its *Culicoides* vectors in Sicily. Med Vet Entomol, 2004; 18: 81–89.

189. Turgut F, Kılıc AY. The Ceratopogonidae (Insecta: Diptera) fauna of the Central Black Sea region in Turkey. Turk J Zool, 2015; 39: 1071-1089.

190. Uslu U, Dik B. Konya yöresinde *Culicoides* türlerinin (Diptera: Ceratopogonidae) mevsimsel dağılımları. Vet Bil Derg, 2004; 20: 5–10.

191. Uslu U, Dik B. The vertical distribution of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) larvae and pupae. Med Vet Entomol, 2006; 20: 350–352.

192. Uslu U, Dik B. Description of breeding sites of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) in Turkey. Parasite, 2007; 14: 173–177.

193. Uslu U, Dik B. Chemical characteristics of breeding sites of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae). Vet Parasitol, 2010; 169: 178–184.

194. Uslu U, Dik B. Seasonal distribution of immature stages of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) species. Eurasian J Vet Sci, 2011; 27: 127–130.

195. Van Ark H, Meiswinkel R. Subsampling of large light trap catches of *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae), Onderstepoort J vet Res, 1992; 59: 183-189.

196. Vaughan JA, Turner EC. Seasonal microdistribution of immature *Culicoides variipennis* (Diptera: Ceratopogonidae) at Saltville, Virginia, J Med Entomol, 1987; 24: 340–346.

197. Vellema P. Bluetongue in sheep: Question marks on bluetongue virus serotype 8 in Europe. Small Ruminant Res, 2008; 76: 141–148.

198. Venail R, Mathieu B, Setier-Rio ML, Borba C, Alexandre M, Viudes G, Garros C, Allene X, Carpenter S, Baldet T, Balenghien T. Laboratory and field-based tests of deltamethrin insecticides against adult *Culicoides* biting midges. J Med Entomol, 2011; 48: 351-357.

199. Venter GJ, Sweatman GK. Seasonal abundance and parity of *Culicoides* biting midges associated with livestock at Roma, Lesotho (Diptera: Ceratopogonidae). Onderstepoort J vet Res, 1989; 56: 173–177.

200. Venter GJ, Meiswinkel R. The virtual absence of *Culicoides imicola* (Diptera: Ceratopogonidae) in a light-trap survey of the colder, high-lying area of the eastern Orange Free State, South Africa, and implications for the transmission of arboviruses. Onderstepoort J vet Res, 1994; 61: 327–340.

201. Venter GJ, Hamblin C, Paweska JT. Determination of the oral susceptibility of South African livestock-associated biting midges, *Culicoides* species, to bovine ephemeral fever virus. Med Vet Entomol, 2003; 17: 133-137.

202. Viennet E, Garros C, Gardès L, Rakotoarivony I, Allène X, Lancelot R, Crochet D, Moulia C, Baldet T, Balenghien T. Host preference of Palaearctic *Culicoides* biting midges: implications for transmission of orbiviruses. Med Vet Entomol, 2013; 27: 255-266.

203. Walker AR. Seasonal fluctuations of *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) in Kenya. Bull ent Res, !977; 67: 217–233.

204. White S, Sanders CJ, Shortall CR, Purse BV. Mechanistic model for predicting the seasonal abundance of *Culicoides* biting midges and the impacts of insecticide control. Parasite Vector, 2017; 10: 162.

205. Wirth WW, Marston N. A method for mounting small insects on microscope slides in Canada balsam. Ann Entomol Soc Am, 1968; 61: 783-784.

206. Wirth WW, Blanton FS. The West Indian sandflies of the genus *Culicoides* (Diptera: Ceratopogoniade). US Dept Agr Tech Bull No 1474, Washington, 1974.

207. Wirth WW, Dyce AL. The current taxonomic status of the *Culicoides* vectors of bluetongue viruses. Barber TL, Jochim MM, editors. Bluetongue and related orbiviruses, Prog Clin Biol Res; 1985. p. 151–164.

208. Wirth WW, Ratanaworabhan NC, Messersmith DH. Natural history of Plummers Island, Maryland. XXII. Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae). 1. Introduction and key to genera. Proc Biol Soc Wash, 1977; 90: 615–647.

209. Yağcı Ş, Eren H, Dinçer Ş. Aydın (Umurlu)' da saptanan bazı Nematocera (Diptera) türleri. Turkiye Parazitol Derg, 1999; 23: 210–215.

210. Yavru S, Öztürk F, Gürhan İ, Ünver G, Duman R, Yapkıç O. Koyunlarda solunum yolu enfeksiyonlarının serolojik olarak araştırılması. Veterinarium, 1997; 8: 1-2.

211. Yavru S, Dik B, Bulut O, Uslu U, Yapıcı O, Kale M, Avcı O. İç ve İçbatı Anadolu'da koyunlarda Mavidil virus (MDV) enfeksiyonu'nun serolojik ve virolojik olarak araştırılması ve vektör *Culicoides* türlerinin belirlenmesi, (Tübitak Proje No: 106 O 456), 2009.

212. Yeruham I, Gur Y, Braverman Y. Retrospective epidemiological investigation of an outbreak of bovine ephemeral fever in 1991 affecting dairy cattle herds on the Mediterranean coastal plain. Vet J, 2007; 173: 192–195.

213. Yeruham I, Van Ham M, Stram Y, Friedgut O, Yadin H, Mumcuoğlu KY, Braverman Y. Epidemiological investigation of Bovine Ephemeral Fever outbreaks in Israel. Vet Med Inter, 2010; Article ID 290541, doi:10.4061/2010/290541.

214. Yıldırım A, Dik B, İnci A, Düzlü Ö, Önder Z, Çiloğlu A. *Culicoides pulicaris* kompleks türlerinin moleküler karakterizasyonu ve filogenetik analizi. Erciyes Üniversitesi BAP Proje No. TSA-2015-5762, 2016.

215. Yıldırım A, Dik B, Düzlü Ö, Gürsoy Ergen A. Sultan Sazlığı Ekosisteminde Kanatlı Haemosporidialarının Moleküler Ekolojisi. Tübitak Araştırma Projesi (114O646), 2017.

216. Yılmaz H. Elazığ yöresinde bulunan *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) türleri üzerine araştırmalar. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 1994.

217. Yilmaz H, Hoffmann B, Turan N, Cizmecigil UY, Richt JA, van der Poel WH 2014. Detection and partial sequencing of Schmallenberg virus in cattle and sheep in Turkey. Vector Borne Zoonotic Dis. doi: 10.1089/vbz.2013.1451.

218. Yonguç AD, Taylor WP, Csontos L, Worrall E. Bluetongue in Western Turkey. Vet Rec, 1982; 111: 144–146.

219. Yu C-Y, Wang J-S. *Culicoides arakawae* (Diptera: Ceratopogonidae) efficiently blood-fed and infected with *Leucocytozoon caulleryi* through a natural membrane. Vet Parasitol, 2001; 99: 297-303.

220. Žiegyté R, Palinauskas V, Bernotiené R, Iezhova TA, Valkiunas G. *Haemoproteus minutus* and *Haemoproteus belopolskyi* (Haemoproteidae): Complete sporogony in the biting midge *Culicoides impunctatus* (Ceratopogonidae), with implications on epidemiology of haemoproteosis. Exp Parasitol, 2014; 145: 74-79.

221. Žiegyté R, Bernotiené R, Palinauskas V, Valkiunas G. *Haemoproteus tartakovskyi* (Haemoproteidae): Complete sporogony in *Culicoides nubeculosus* (Ceratopogonidae), with implications for avian haemoproteid experimental research. Exp Parasitol, 2016; 160: 17-22.

BÖLÜM 3

KUM SİNEKLERİ

(Diptera: Psychodidae)

VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Yrd. Doç. Dr. Suha K. ARSERİM[1], Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN[2], Prof. Dr. Seray TÖZ[3], Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL[3]

[1]Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Manisa;
[2]Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Antalya;
[3]Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, İzmir;

1. ARTROPOD VEKTÖR

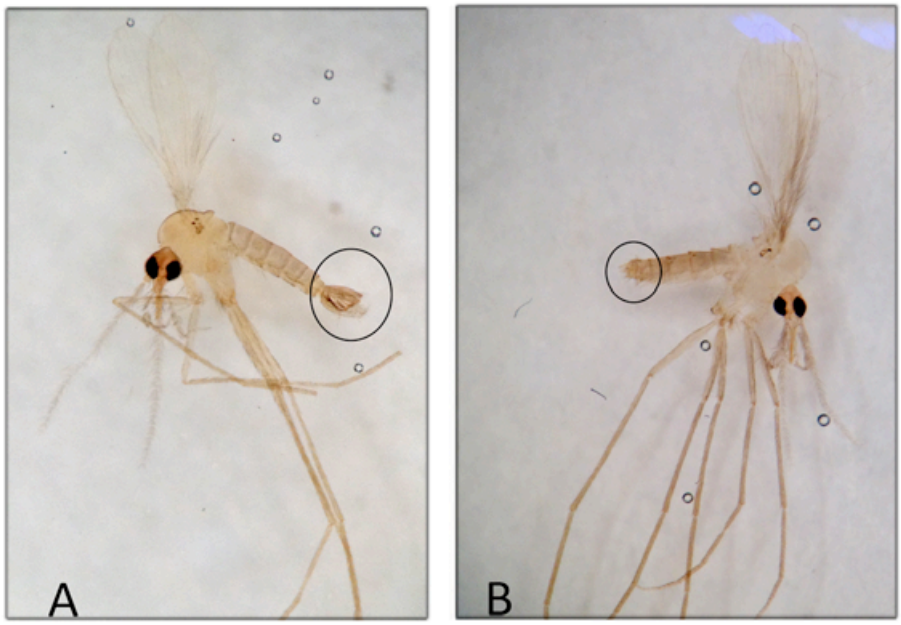
Halk arasında tatarcık, yakarca ve küpdüşen olarak bilinen kum sinekleri(phlebotomus), *Leishmania* türü protozoon parazitleri ve Phlebovirüsler olarak bilinen 60'dan fazla virüsü kan emme işlevleri sırasında bir hastadan diğerine taşıyabilirler. Bu nedenle tıbbi önemleri vardır.

Leishmania parazitleri köpeklerde de "kanin leishmaniasis" denilen hastalığa sebep oldukları için kum sineklerinin veteriner hekimlikte de önemi vardır. Hastalık etkenleri, hasta insan veya hayvandan kan emerek enfekte olmuş dişi kum sineğinin tekrardan kan emmesi sırasında bulaşır (100, 104).

1.1. Morfolojileri

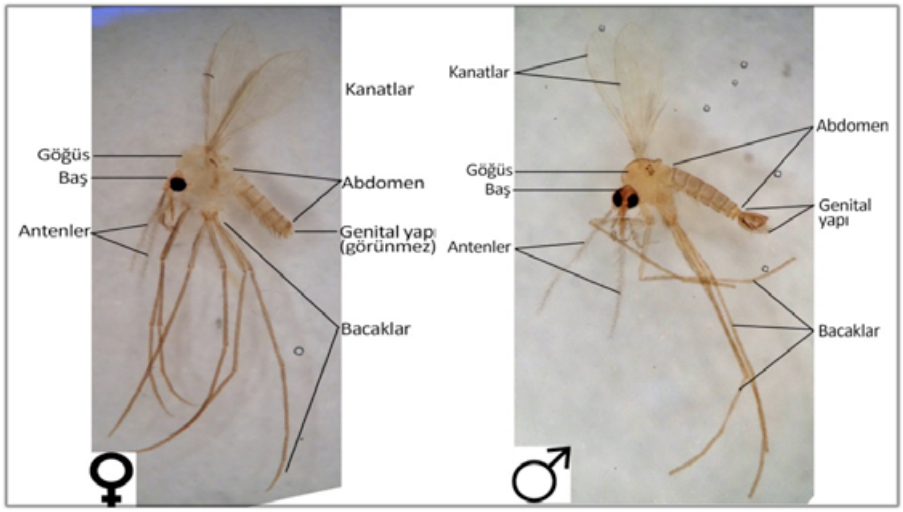
1.1.1. Ergin

Kum sinekleri yaklaşık **2-3 mm** büyüklüğünde olup ergin sivrisineklerin yaklaşık 1/3'ü kadardırlar. Vücut büyüklüklerine göre oldukça uzun ve kırılgan bacaklara sahip bu canlıların vücutlarının dış kısmında, kanatlar da dâhil olmak üzere vücudu kaplayan tüy benzeri yapılar bulunmaktadır. (Şekil 1) İstirahat halindeyken **kanatlarını** karın üzerinde yaklaşık 40 derecelik bir açı ile "**V**" harfi şeklinde tutmaları diğer sineklerden ayırt edilmelerinde kolaylık sağlamaktadır. Büyük siyah gözlere sahiptirler. Dişilerin ağız yapıları sokucu emici tipte olup yumurta gelişimi için konaklarından kan emerler, enerji gereksinimleri için de bitki özsularından faydalanırlar. Kan besini mideye giderek sindirim işlemine tabi tutulurken, bitki özsuları öncelikle kursağa gider, buradaki ilk sindirimden sonra mideye gönderilir. Erkek bireylerin ise ağız yapısı sadece bitki özsuları ile beslenmeye uygundur.



Şekil 1. Kum sineği, A: Ergin erkek; B: Ergin dişi (orijinal)

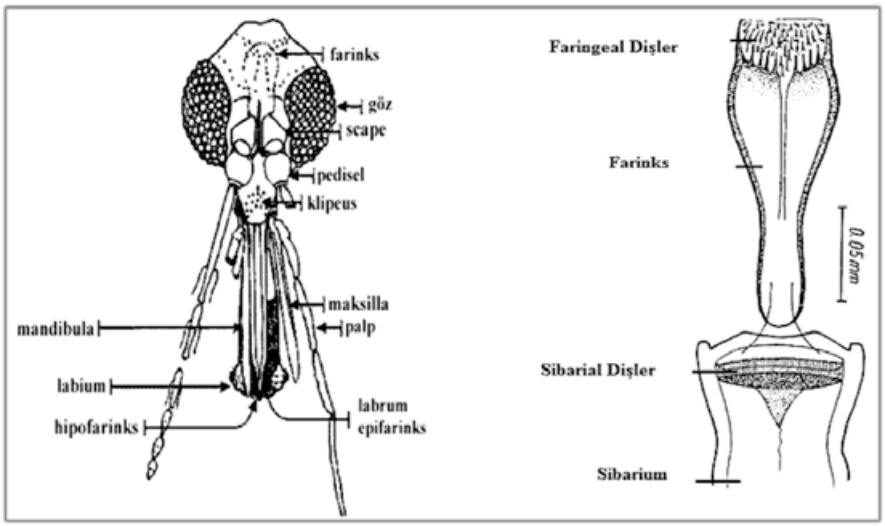
Kum sinekleri şekil olarak sivrisineklere benzer ve diğer hekzapodlar gibi baş, göğüs (toraks) ve abdomen olmak üzere 3 kısımdan oluşur (Şekil 2).



Şekil.2. Kum sineğinin genel bölümleri (orijinal)

1.1.1.1. Baş

Kum sineği türlerinin tanımlanmasında bazı mutlak özellikler değerlendirilir. Baş, özellikle sibarium, farinks ve antenler taksonomik açıdan çok önemlidir (Şekil 3).



Şekil 3. Kum sineğinin baş kısımları sibarium ve farinks büyütülerek. (23, 108).

Sibarial ve faringeal dişlerin sayısı, büyüklüğü ve yerleşimi cinsleri ayırt etmede kullanılmaktadır (70). Kan emen dişilerin ağız kısımları bu duruma uyum sağlamıştır. Kum sineklerinin baş kısmında gözler, hortum, 16 segmentli bir çift anten ve bir çift palp mevcuttur. Yuvarlak iri gözlerde ocellus bulunmamaktadır. Hortum delici-emici tiptedir.

- Labrum (üst dudak); uca doğru incelmekle beraber hortumun delici-emici bölümünü oluşturmaktadır.
- Labium (alt dudak) ; kısa, düz, üzeri kıllarla kaplı ve ucunda iki tane geniş label bulunmaktadır.

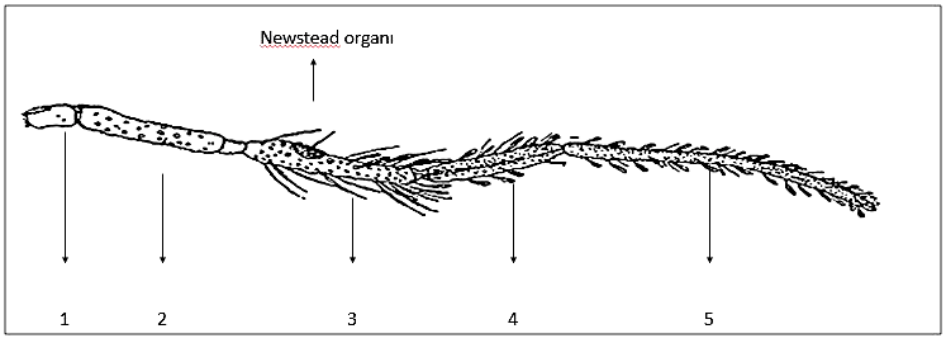
Kesici aletler olarak:

- Mandibül (alt çene); iki adet olup geniş kalın ve kısa olup, uç kısmında testere dişleri gibi sıralanmış düzgün dişler bulunur.
- Maksilla (üst çene); yine iki adet olup mandibüllere göre daha kalındır. Bir kenarındaki dişler daha kalındır.. Erkeklerde maksilla ve mandibüller yoktur.

Emici aletler olarak:

- Epifarinks; geriye doğru kendi üstüne kıvrılarak bir kanal oluşturmakta ve serbest olan uca doğru sivri bir çıkıntı ile sonlanmaktadır.
- Hipofarinks; kenarlı ince orta kısmı kalın olup epifarinksin kıvrılarak oluşturduğu oluğu kapatmaktadır. Orta kısımdaki kalın olan yerden tükrük bezi kanalı geçmektedir (23).

Palpler beş segment olup üzeri kıllarla örtülüdür. Birinci segment çok kısa olup ikinci segmentle kısmen birleşmiştir. Beşinci segment ise en ince ve en uzun segmenttir, diğerleri ise hemen hemen eşit kalınlıkta olup farklı uzunluklardadır. Üçüncü segment Newstead organı olarak adlandırılan bir duyu organı taşımaktadır (Şekil 4) (96).

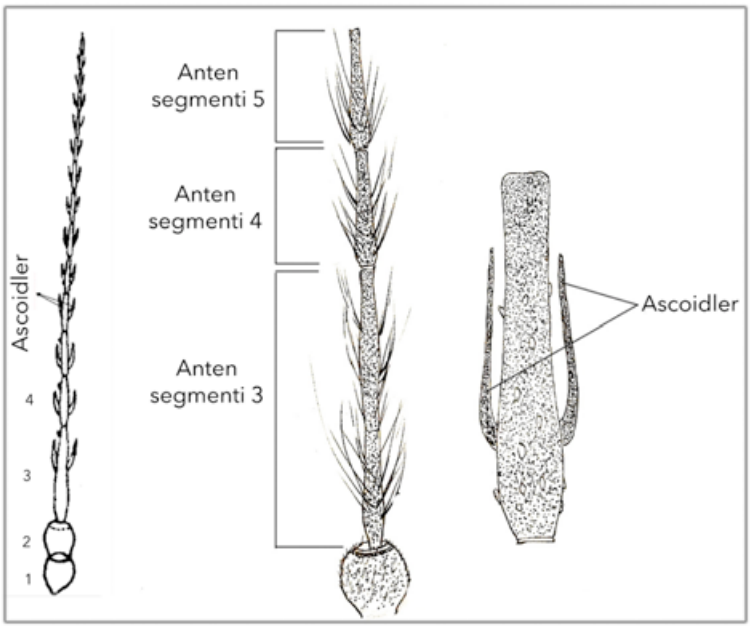


Şekil 4. Dişi *Phlebotomus papatasi* türüne ait palp (70).

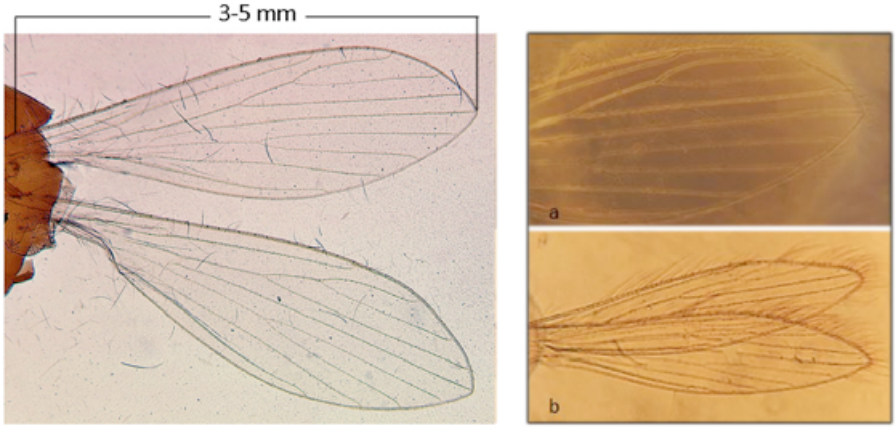
Palplerde bulunan segmentlerin büyüklük sıralarına göre düzenlenmesiyle palp formülü adı verilen formül geliştirilmiş olup bu formül tür teşhisinde kullanılan önemli bir karakterdir (72). Bu formülde segmentler küçükten büyüğe göre sıralanır ve eşit olan segmentler parantez içinde gösterilir. Örneğin 1, 4, 2, 3, 5 ilk segmentin en kısa, beşinci segmentin en uzun ve ikinci segmentin üçüncüden kısa olduğunu gösterir. 1, 2, (3, 4), 5 üçüncü ve dördüncü segmentlerin eşit uzunlukta olduğunu ve bunların birinci ve ikinci segmentten uzun, beşinci segmentten kısa olduklarını gösterir.
Antenlerin morfolojisi ve onlarla birleşik olan askoid adı verilen yapılar kum sineği türleri arasında çok geniş farklılıklar göstermektedir. Antennal segmentlerin ve askoidlerin sayısı ve şekli Psychodidae içindeki türler arasında çeşitlilik göstermektedir (50). Kum sineklerinde on altı segmentten oluşan bir çift anten mevcuttur. Birinci antennal segment baş kısmının dorsal yüzüne bitişik gözlerin arasında, ikinci segment yuvarlak şekilli, diğer on dört segment ise lobut şeklindedir (Şekil 5). Segment uzunlukları türler arasında farklılıklar göstermektedir. Antenin üçüncü segmentinden on beşinci segmenti de dahil olmak üzere bütün segmentleri askoid adı verilen ve reseptör görevi gören bir ya da iki adet yapı bulundurur. Ascoidlerin uzunluğu ve sayısı türlere göre farklılıklar göstermektedir. Örneğin Sergentomyia cinsinin erkeklerinde üçüncü segmentten on beşinci segmentte dahil olmak üzere tüm segmentlerinde tek ascoid bulunur. Anten formülü; 1/3-15 (3. Segmentten 15. segment dahil olmak üzere tüm anten segmentlerinin 1 askoid taşıdığını gösterir) şeklindedir. Üçüncü segmentin (A3) uzunluğu taksonomik açıdan önem taşır. Üçüncü segmentin dördüncü (A4) ve beşinci (A5) segmentlerin uzunluklarının toplamıyla karşılaştırılması sonucu anten indeksi oluşturulmuştur. A3<4+5; A3>4+5; A3=4+5 şeklinde gösterilir. (23, 31, 35, 72).

1.1.1.2. Toraks

Ergin kum sineğinde toraks üç kısımdan meydana gelmektedir; protoraks, mesotoraks ve metatoraks. Her bir kısımda bir çift bacak bulunur. Protoraks küçük, mesotoraks konveks olup kum sineği türlerine kambur bir görünüm sağlar ve bu yapıdan bir çift kanat çıkar. Gelişmiş olan bu kanat çifti dinlenme anında 40 derece açı yaparak V harfi şeklinde durur, üzeri kıllarla kaplı, oval ve uçları lanset şeklindedir. Pulsuz olan kanatların üzerindeki damarların şekli kum sineklerinin tür ayrımında önem taşır (Şekil 6).

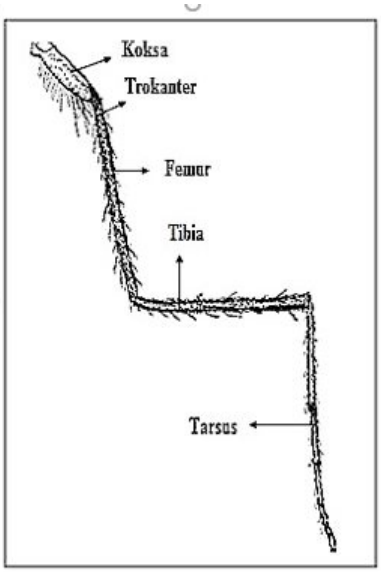


Şekil 5. Kum sineklerinde anten yapısı (8).



Şekil 6. Kum sineklerinin kanat yapısı a: *Phlebotomus* b: *Sergentomyia*

Metatoraksta ise halter organı adı verilen ve gelişmemiş kanat olan denge organı bulunmaktadır. Bacaklar tüylü, ince ve uzundur. Her bir bacak koksa, trokanter, femur, tibia ve beş adet tarsustan oluşmaktadır (Şekil 7). Son tarsların ucunda ikişer tırnak bulunmaktadır. (23, 31).



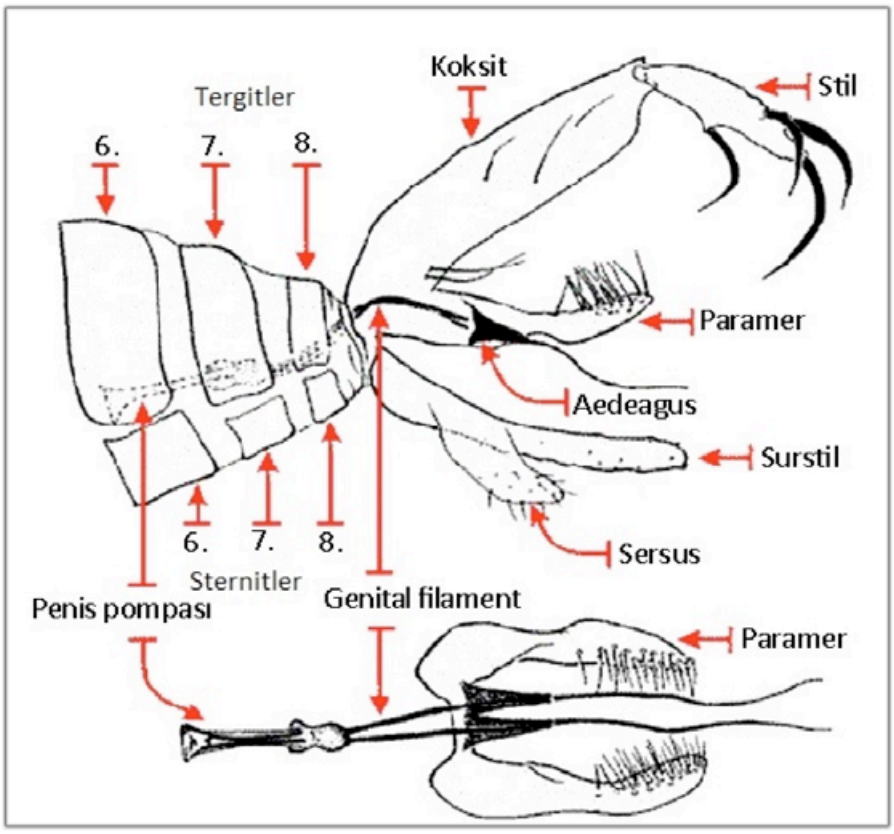
Şekil 7. Kum sineklerinin bacak yapısı (31).

1.1.1.3. Abdomen

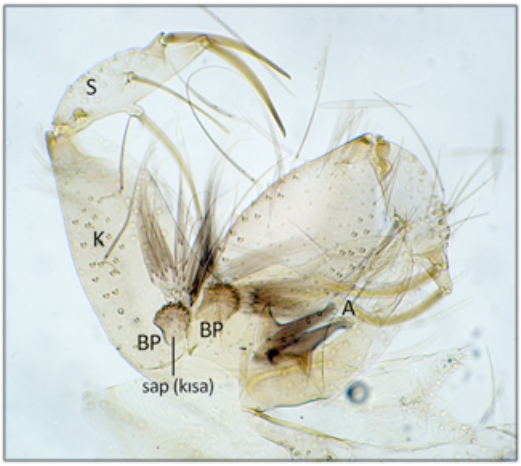
Kum sineklerinde on segmentten meydana gelmiş üzeri kıllarla örtülü abdomen mevcuttur. Bu segmentlerden toraksla birleşen birinci segment dar, diğerleri ise daha geniştir. Son iki segment ise genital organları oluşturmaktadır. Abdomeni oluşturan tergitler ve sternitler kitinli yapıya; plöritler ise kitinsiz, membranöz bir yapıya sahiptir. Ayrıca segmentler üzerindeki demet halinde bulunan kılların yatık veya dik şekilde olması tür teşhisinde kullanılmaktadır. Abdomenin dokuzuncu ve onuncu segmentleri tür teşhisinde önem arz eden genital organlar olarak farklılaşmışlardır (23, 31). El-Hossary (31)'ya göre Erkek genital organının (Şekil 8) kısımları;

- Koksit; morfolojik olarak dokuzuncu segmentin sternit kısmına karşılık gelir. Bir çift olan koksit, üzerinde bazal proses (koksit-lob) bulundurabilir (Şekil 9).
- Stil; koksitin distal ucuyla bitişik olup morfolojik olarak onuncu sternite karşılık gelir. Bir çift olan stil birkaç tane diken bulundurur.
- Surstil; abdomenin ventral kısmında, bir çift, uzun-silindirik, morfolojik olarak dokuzuncu tergitin lateral lobuna karşılık gelen yapıdır. Bazı türlerde (Phlebotomus altcinsi) surstilin ucunda kısa dikenler bulunur.

- Paramer; yine bir çift olan paramer farklı şekillerde olabilir. Basit şekilde olabileceği gibi 1-2 dorsal proses veya ventral prosese sahip olabilir.
- Aedeagus; içinden genital filamentlerin geçtiği iki adet koyu renkli aedeagus, farklı şekillerde ve uzunluklarda olabilir.
- Serkus; bir çift ve tüylü bir yapıdır. Surstil ile çok belirgin olmayan onuncu segment arasında yer almaktadır.
- Genital pompa (Penis pompası); abdomenin içinde yer alır ve bir çift genital filamentle aedegus'un içinden geçerek spermleri enjekte etme görevi görür. Genital filament bazı kum sineklerinde penis pompasının 10 katından daha uzun olabilir (35, 110). Bütün bu genital organı oluşturan abdominal yapılar aynı zamanda terminalia diye adlandırılır.



Şekil 8. Erkek genital organının yandan görünümü (31).

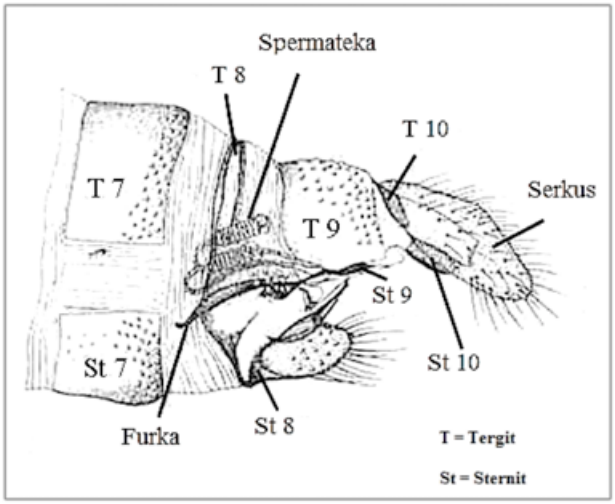


Şekil 9. Koksit üzerinde bulunan bazal proses (BP) yapısı (orijinal)

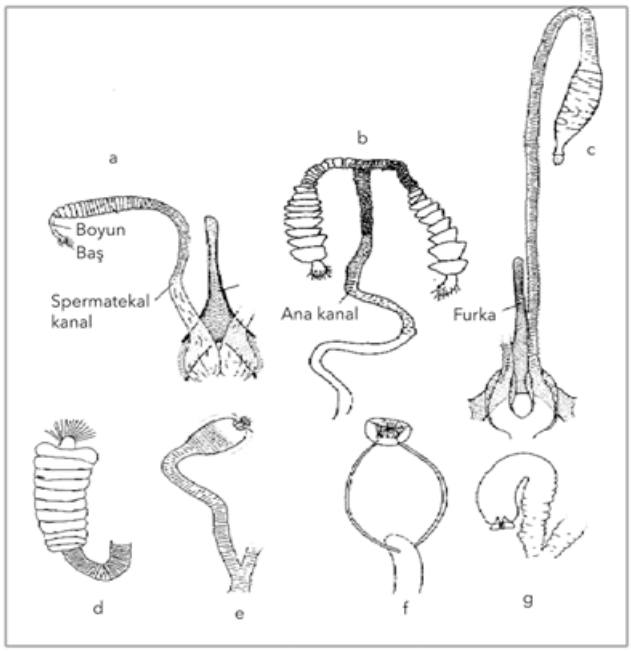
Dişilerde ise dokuzuncu segment çıkıntılı ve üzeri kıllarla örtülüdür. Tergitin üzerinde oval uzantılar halinde iki tane sersi bulunmaktadır. Genital açıklık dokuzuncu segmentin sternitinin hemen arkasında bulunmaktadır. Şekli ve yapısı türlere göre farklılık gösteren aynı zamanda iki adet olan spermateka ve kanalları, segmentli olup olmaması, varsa segment sayısı, segmentlerin ucundaki tüylerin durumu ve ayrıca iç genital yapı olan ve bir çift spermatekaya destek olan genital furkanın yapısı tür ayrımında kullanılan önemli karakterlerdir (Şekil 10) (30, 31, 71).

Dişi genital yapıları aşağıdaki kısımlardan oluşmuştur;

- -Segment 9: büyük bir tergite sahiptir. Segmentin ventralindeki membranöz alana genital bölge denir. Spermatekal kanalların açıklığı bu bölgededir.
- -Segment 10: dorsal kısmında iki küçük tergit, ventral kısmında ise postgenital bölge bulunur. Bu segmentte bir çift sersi bulunur. Anal açıklık bu segmentte sersilerin arasında bulunur.
- -Spermateka; Bir çift tohum kesesi ile kısa veya uzun olabilen spermatekal kanalları içerir. Spermatekal kanallar ana bir kanalla birbirlerine bağlı veya ayrıdır. Spermateka düz, segmentli veya tamamlanamamış segmentli ve ucunda bir baş kısmı bulunur. Tüylü olan baş kısmı uzun bir boyun kısmına sahip olabilir (Şekil 11).



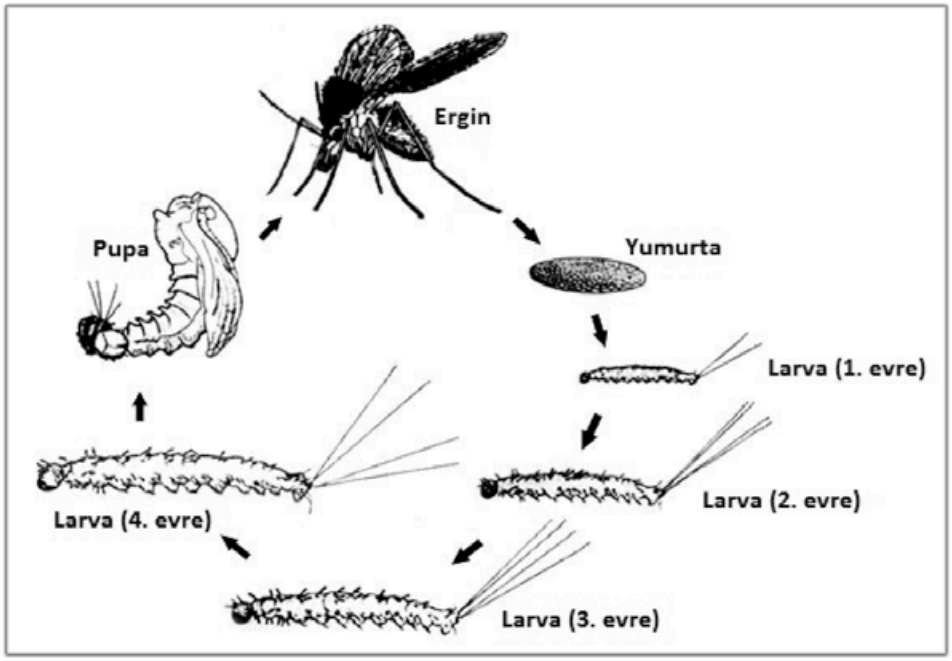
Şekil 10. Dişi kum sineğinde genital organları oluşturan segmentlerin yandan görünüşü (70).



Şekil 11. Kum sineklerinde spermateka şekilleri; a. *Phlebotomus* (*Larroussius*) *kandelakii*, b. *Lutzomyia* (*Psychodopygus*) sp. C. *Phlebotomus* (*Adlerius*) *chinensis*, d. *Phlebotomus* (*Phlebotomus*) *papatasi*, e. *Sergentomyia* (Grassomyia) *squamipleuris*, f. *Sergentomyia* (*Parrotomyia*) *palestinensis*, g. *Sergentomyia* (*Sergentomyia*) *punjabensis* (70).

1.2. Yaşam döngüleri ve davranışları

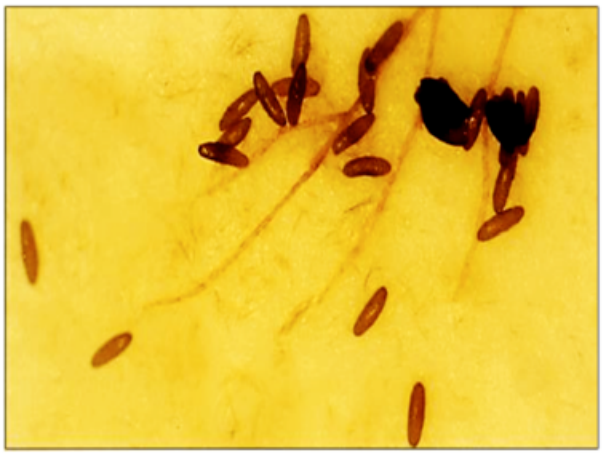
Kum sinekleri tam başkalaşım (holometabol) gösterirler. Ergin hale gelen dişi ve erkek kum sinekleri enerji gereksinimleri için bitki özsuları ile beslenirler. Başkalaşım süresi uygun koşullarda en az 1-1,5 ay süren gelişimleri uygunsuz koşullarda (sıcak, soğuk, kurak vb.) aylarca sürebilir. Hem sucul ortamda gelişmemeleri hem de uzun gelişim süresi açısından da sivrisineklerden ciddi şekilde ayrılırlar. Sadece dişiler yumurtalarının gelişimi için insanlar, köpekler, çiftlik hayvanları ve kemirgenler gibi birçok canlıdan kan emerler. Kertenkele ve yılan gibi sürüngenlerden kan emen cinsleri de bulunur. Genel olarak geceleri aktif olan kum sinekleri ağırlıklı olaraküreme alanlarına yakın (ortalama 50-200 m) alanlarda konaklarına saldırarak kan emme davranışı gösterirler. Kum sinekleri zayıf uçuculardır ve rüzgârlı havalardan çok etkilenirler ve yere yakın uçmayı tercih ederler. Yakın mesafe uçuşlarında dahi duvar veya zemin üzerinde sıklıkla konarak ve zıplayarak, hoplayarak uçtukları için yüksek binalara tırmanabilirler (3). Yaşam döngüsünde yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere dört evre bulunur (Şekil 12).



Şekil 12. Kum sineği yaşam döngüsü evreleri
(http://pcwww.liv.ac.uk/leishmania/life_cycle__habitats.htm'den değiştirilerek. Erişim Tarihi: 13.09.2017)

1.2.1. Yumurta

Bir gonotrofik döngüde yaklaşık 30-70 arasında yumurta (0,1 mm en / 0,3 mm uzunluk) dişi tarafından humus/organik madde bakımından zengin nemli topraklara bırakılır. Kum sineği yumurtaları beyaz renkten açık gri veya açık kahverengiye, birkaç saat içinde türüne göre koyu gri, kahverengi ya da siyah renge dönüşebilirler (Şekil 13). Türe göre ağ benzeri farklı şekillerde olan yumurtalar, yüzeylerinde bulunan yapışkan bir madde ile oldukları yere yapışır (60).



Şekil 13. Kum sineği yumurtaları (orijinal)

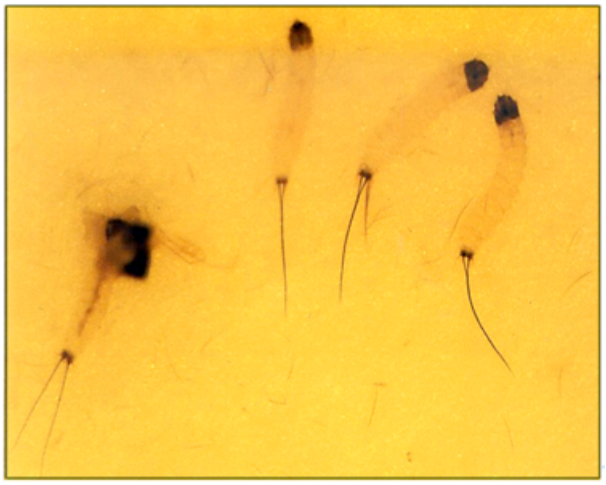
1.2.2. Larva

Ortalama 4-20 gün içerisinde açılan yumurtadan çıkan larvalar organik atıkça zengin ve nemli hemen hemen her türlü (ağaç kökleri, ağaç kovukları, mağaralar, topraktaki küçük çatlak ve yarıklar, çamur duvarlar, kemirgen yuvaları, gübreler, çim birikintileri, yaprak küfleri, hayvan dışkıları vb.) habitatta gelişerek dört larva evresi geçirirler.

Larvalar; tırtıla benzeyen, genellikle grimsi beyaz vücut ve iyi gelişmiş koyu bir baş kapsülüne sahiptir (Şekil 14). Olgun larvalar 4mm'nin üzerindedir. Vücut segmentlerinde çok miktarda kısa lateral ve dorsal tüyler ile terminal segmentte 2 veya 4 kuyruk dikeni bulunmaktadır. Phlebotominae larvalarının tanınmasında sahip oldukları kuyruk dikeni önemlidir. (48, 60). Birinci evre larvada bir çift, diğer evrelerde ise iki çift kuyruk dikeni bulunmaktadır. Duyu organı olarak görev yapan bu dikenler, larva bir yere dokunduğunda veya aniden kuvvetli bir ışığa maruz kaldığında ani

sıçramalarla hareket etmesini sağlamakta ve sulu ortamda larvanın yüzmesine yardımcı olmaktadır. Larva toprakta yaşamaya uyum sağlamış, ihtiyacı olan suyu tegümentlerinden absorbsiyon ile veya besinlerden elde etmektedir (23). **Larvalar sucul ortamda yaşayamazlar.**

Larva gelişim süresi larvanın yeterli besin bulmasına, ortamın sıcaklığına, nemine ve kum sineği türüne göre değişmekle birlikte yaklaşık 20-30 gün sürmektedir. Ekstrem koşullarda yumurta açılım süresi uzamakta, bu uygun olmayan koşulların uzaması ile larvaların diyapoza girmeleri durumunda ise gelişim süreleri uzayarak aylarca sürebilmektedir.



Şekil 14. Kum sineği larvaları (orijinal)

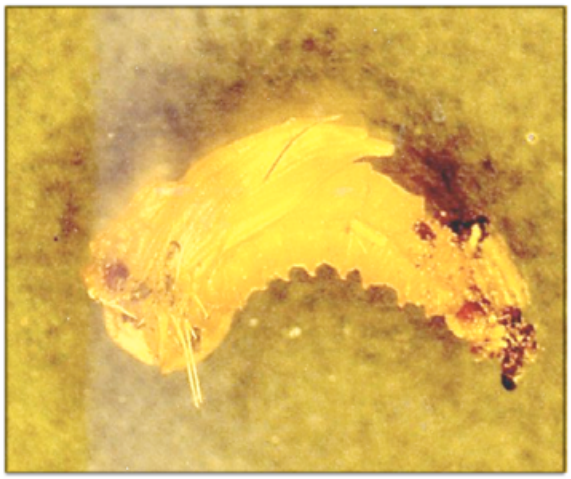
1.2.3. Pupa

Pupa abdomenin sonundaki larval kabuğun desteklemesiyle dik pozisyonda durmaktadır. Bu evrede gözler kanatlar ve bacaklar belirginleşmiştir (Şekil 15) Larva ve pupalar karada yaşamalarına rağmen kuruluğa duyarlıdırlar. Pupa gelişimini tamamladıktan sonra sırt ve ön kısmında "T" şeklinde açılan yarıktan erişkin olarak dışarı çıkmaktadır. İdeal koşullarda pupa süresi 6-13 gün kadar sürer (23).

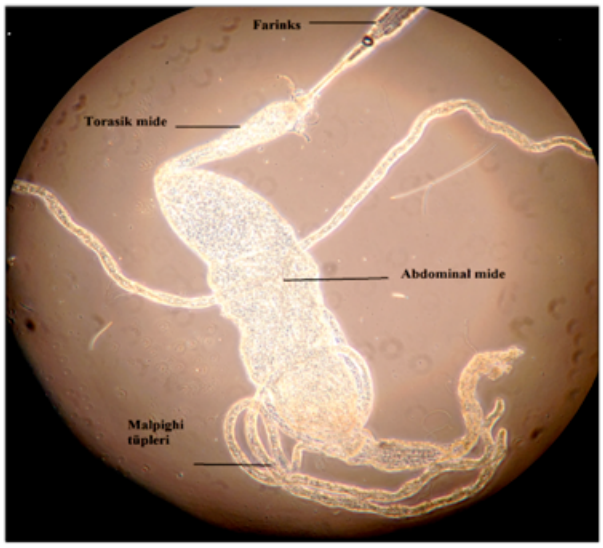
1.2.4. Sindirim sistemi

Kum sineklerinin sindirim sistemi baş kısmındaki hortumla başlar ve farinksten sonra özofagus ile devam eder. Mide, kısa bir barsak, malpighi tüpleri, rektum ile devam edip anüsle sonlanmaktadır (Şekil 16). Orta mide dar bir mide ağzı ve geniş kese benzeri bir arka kısımdan oluşmaktadır. Emilen kanın etrafında peritrofik membran oluşmaktadır ve her kan emişte

yeni bir peritrofik membran oluşmakta önceki membran pörsük bir torba halini almaktadır. Sindirim sonrasında enfekte olmayan kum sineklerinde membran arka taraftan yırtılır, enfekte sineklerde ise bu yırtılma ön taraftan olur ve leishmania promastigotları öne doğru göç eder (85). Kitin tabakasının leishmania promastigotları tarafından salgılanan kitinaz ve N-asetilglukoz aminidaz enzimleri ile eritildiği belirtilmektedir. Salgılanan kitinaz midenin ağız kısmının zarar görmesine neden olarak bulaşmayı arttırmaktadır (23, 112).



Şekil 15. Kum sineği pupası (orijinal)



Şekil 16. Kum sineğinde sindirim sistemi ve bölümleri (Foto: Mehmet Karakuş)

1.3. Sınıflandırılması

Kum sinekleri tropikal ve subtropikal bölgelerde, kurak/yarı kurak ve ılıman alanlarda yayılım gösterir.

Diptera sınıfı, Psychodidae ailesi içinde bulunan Phlebotominae alt ailesinde 6 cins altında sınıflandırılmıştır. Dünya'da günümüze kadar 988 türü saptanmıştır. Bunların yaklaşık üçte ikisi "Yeni Dünya" olarak adlandırılan Amerika kıtasında, diğer kısmı ise "Eski Dünya" olarak adlandırılan Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarındadır. Avustralya kıtasında ise kum sineği bulunmamaktadır (66). Kum sinekleri Eski Dünya'da 3, Yeni Dünya'da 3 olmak üzere 6 cins altında toplanırlar. Vektörlük önemleri açısından Eski Dünya'da *Phlebotomus*, Yeni Dünya'da *Lutzomyia* cinslerinde bulunan türler öne çıkmaktadır (11, 118).

Phylum (Şube)	: *Arthropoda*
Subphylum (Alt Şube)	: *Antennata*
Classis (Sınıf)	: *Insecta*
Subclassis (Alt Sınıf)	: *Pterygota*
Ordo (Takım)	: *Diptera*
Subordo (Alt Takım)	: *Nematocera*
Familya (Aile)	: *Psychodidae*
Subfamilya (Alt Aile)	: *Phlebotominae*
Genus (Cins)	: ***Phlebotomus***, *Sergentomyia, Chinius* (Eski Dünya)
	Lutzomyia, *Brumptomyia, Warileya* (Yeni Dünya)

Bu cinslerin altında ise özellikle vektör türlerin bilinmesi açısından önemli olan alt cinsler yer almaktadır.

1.4. Kum Sineklerini Toplama, Saklama ve Preparasyon Yöntemleri

Endemik alanlarda yapılacak fauna belirleme çalışmalarında öncelikle alanın özellikleri (ormanlık, vejetasyon, çöl, kırsal, kentsel, konak varlığı, iklim durumu, rüzgâr, vb.) belirlenmeli ve toplamada kullanılacak tuzak tipi ile lokaliteler saptanmalıdır.

Işıklı tuzaklar, hemen her ortamda kullanılabilen, gün batımı ile gün doğumu arasında (Kum sineklerinin aktif olduğu) çalıştırılan ve çok sayıda bireyin yakalanmasını sağlayan tuzaklardır. Işık tuzakları ile araziden canlı olarak toplanan kum sinekleri üzerinde insektisitlere karşı hassasiyet testleri yapılabilmektedir.

A4 (210x297mm) boyutunda kağıtların hint yağına batırılması ile hazırlanan **yağlı kâğıt tuzakları** ise alandaki tür çeşitliliğinin belirlenmesinde ve tür yoğunluğunun hesaplanması için uygundur. Yağlı kâğıt tuzakları kamış çubuklar yardımıyla ahırların duvarlarındaki oyuklara ve rüzgâr almayan kapı ve pencerelere ayrıca uygun duvar oyuk ve deliklerine yerleştirilir (Şekil 17).

Yakalanan örnekler daha sonra alkole batırılmış küçük bir fırça ile kâğıtlardan titizlikle alınıp yine %96'lık etil alkolde muhafaza edilir.



Şekil 17. Kum sineği toplama araçları; A. Işıklı tuzaklar, B. Yağlı kâğıt tuzakları, C. Ağız aspiratörü (orijinal)

Hava kararıktan sonra **ağız aspiratörleri** ile özellikle duvarlar üzerinden veya varsa hayvan konaklar üzerinden toplama yapılabilir (6). Toplama sonrası faunadaki türlerin tespiti için her bireyin ayrı ayrı diseke edilmesi ve mikroskop altında incelenerek türünün belirlenmesi gerekir. Bu bireylerin morfolojik özelliklerinin kullanılması ile yapılan tür tayini zaman alır ve deneyim gerektirir fakat ucuzdur. Bunun için bölgelere göre hazırlanmış basılı, elektronik veya web tabanlı tür tayini anahtarları vardır (58).

Bunun dışında her bireyin DNA'sı elde edilerek moleküler yöntemlerle de türlerinin belirlenmesi mümkündür ancak daha pahalıdır (59).

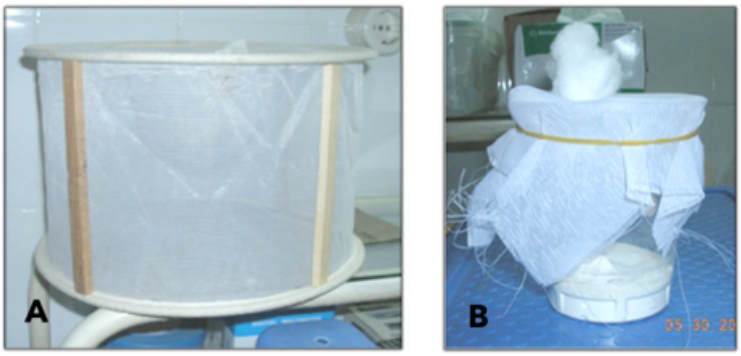
1.4.1. Işıklı tuzaklarla *Phlebotomus*'ların toplanması

Tuzakların yerleştirilmesi:

- Işık tuzakları, kum sineklerinin üremeleri için uygun olan nemli ve karanlık ahşap, taş veya briket ahırlara yine hayvan barınaklarına yakın olmak üzere evin avlusuna yerleştirilebilir. Toplama alanının konumuna göre (köy vs.) eğer evler bir yerde toplu haldeyse mutlaka köyün bittiği veya başladığı yerdeki ev/ahıra koymakta fayda vardır. Bu şekildeki yerleştirme ile endofilik/eksofilik/antrofofilik türler yakalanabilir.
- Tuzaklar konulurken her bir tuzak için ayrı toplama formu oluşturulmalı, toplama alanından sıcaklık, nem gibi parametrelerin yanı sıra bitki örtüsü, lokalitenin fiziki durumu, lokalitedeki hayvan sayısı gibi bilgiler kaydedilmelidir.
- Ahırlarda bulunan hayvanların tuzaklara zarar vermemesi için, tuzaklar hayvanların erişemeyeceği yüksekliğe asılmalıdır. Tuzaklar yerden 1,5-2 m yüksekliğe asılmalıdır.

Tuzakların toplanması:

- Sabah tuzaklar toplanırken öncelikle sepetlerin (Şekil 18A) ağzı bağlanır, dik durması için bir sopa takılır.
- Bütün tuzaklar bu şekilde toplanır.
- Plastik su bardaklarının ağzı bir tülbent ile kapatılır, tülbent lastik ile tutturulur ve ortasına delik açılıp pamuk konulur (Şekil 18B).
- Sepetlerin içinden ağız aspiratörü ile önce canlı olan Phlebotomus'lar toplanır ve bu plastik kapların içine konulur. Her bir tuzaktan toplanan sinekler ayrı bir bardağa konulmalıdır.
- Aynı sepette bulunan ve dipte ölü olan bütün sinekler ayrım yapılmadan içinde %96 etanol bulunan küçük şişe içine konulur. Bunun için de her bir tuzak için ayrı bir kap veya şişe kullanılmalıdır.
- Kum sineklerinde virüs araştırılacak ise içinde canlı sineklerin bardakların üzerine etiket konulur (köy adı, tarih, tuzak no) ve -20°C veya daha düşük bir dipfrize bardaklarla konulur. Böylece sinekler ölmeden laboratuara getirilip henüz canlı iken dipfrize konulabilir.



Şekil 18. A. Işıklı tuzak sepeti, B. Plastik bardak (orijinal)

1.4.2. Preparasyon yöntemleri

Etanol içinde bulunan örnekler önce stereomikroskop altında ince diseksiyon iğneleri yardımıyla baş ve genital kısımları ayrılarak diseke edilir. Erkeklerde baş, farinks armatürünün daha iyi görülebilmesi için ventral kısmı üste gelecek şekilde genital organlarda ise genital organların kısımları ayrı ayrı görülebilecek şekilde baş ve genital organlar swan solüsyou içinde preparat haline getirilir. Dişilerde ise baş ve abdomenin son üç segmenti ayrıldıktan sonra lam üzerine şeffaflaştırmak amacıyla 1-2 damla Marc-Andre solüsyonu damlatılıp, 10 saniye kadar ısıtıldıktan sonra başka bir lam üzerindeki swan solüsyonu içine alınıp yine farinks armatürü ya da sibarial armatürü daha iyi görmek için ventral kısım üst tarafa bakacak şekilde preparasyonu yapılır.

Swan ve Marc-Andre solüsyonları şu şekilde hazırlanmaktadır;

Swan solüsyonu

Gum Arabic	: 15 gr.
Acetik Acid	: 5 ml (konsantre)
Glucose	: 3 gr.
Chloral hydrate	: 40 veya 60 gr.
Water	: 20 ml.

- Bütün malzemeler aynı anda bir erlenmayer içine koyulur.
- Kısa bir süre (3-4 dk.) mikrodalga fırında tutulursa erimesi kolaylaşır.
- Sonra ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda uzun süre (yarım günden fazla, bazen tam gün sürebilir) karıştırılır.

- Dibe yapışan tortular bir cam bagetle yerinden kaldırılır. Bu işlemin erlenmayer sürekli kontrol edilerek yapılması durumunda erime hızlanır.
- Herşey tamamen eridiğinde yumurta sarısı gibi ama hafif şeffaf, visköz bir sıvı olur.
- Soğutulur.
- Soğuması beklenirken 50 ml.lik mavi kapaklı pastik tüplerin konik olan dibi kesilir ve içine cam pamuğu koyulur. Tüp temiz bir erlenmayerin ağzına oturtulur.
- Soğumuş swan solüsyonu üzerine dökülür, süzülme başlar ancak son derece yavaştır. Eğer solüsyon miktarı 100 ml.den fazlaysa, her 100 ml.de bir cam pamuğunu değiştirmek, solüsyonun bir miktarının kaybedilmesine sebep olsa da daha iyi süzülmesini sağlamaktadır.

Not: Yeni hazırlanmış, süzülmemiş Swan içinde gözle görülebilen siyah-kırmızı partiküller vardır. Süzüldükten sonra ise rengi daha açıktır ve içindeki siyah-kırmızı partiküllerden daha az vardır, bu partiküller mikroskopta da görülebilir ama solüsyonu etkilemez.

Marc- Andre Solüsyonu

Distile Su	: 30 ml
Kloral hidrat	: 40 gr
Glasiyal asetik asit	: 30 ml

Tüm madeler bir cam kaba konur ve yarım gün manyetik karıştırıcı ile karıştırılır.

1.4.3. İnsektaryumda Üretilmeleri

A. Potun Hazırlanması: Küçük kapağı olan plastik kutular alınır ve kutunun alt kısmı ile kapağın ortasına büyükçe bir delik açılır. Bu delik kutunun çapına yakın bir büyüklüktedir. Kutu iyice temizlenir ve iç yüzeyleri ince zımpara ile zımparalanır. Hazırlanan alçıdan 1-2 yemek kaşığı iç yüzeylere dökülür ve kutu çevrilerek yayılır, daha sonra düz bir zemine konulup kutunun dip kısmı da alçı ile kaplanır ve kurumaya bırakılır. Önce alt kısmı daha sonra iç yüzeyinin alçısı dökülmesi daha uygundur. Bu şekilde oluşturulan potlar kullanım için hazırdır ve kuruduktan sonra uzun süre saklanabilir.

B. Kumun Hazırlanması: Deniz veya dere kenarlarında bulunan ve inşaatlarda kullanılan sarı renkli ince kum bu amaç için kullanılabilir. Bu kum 120 C'de bir saat steril edilmelidir.

C. Yeşil Yemin (Larva Yemi) Hazırlanması: Deney hayvanlarına verilen hazır yem ile tavşan dışkısı ayrı ayrı bir blender yardımıyla toz haline getirildikten sonra göz kararı ile 1:1 oranında iyice karıştırılır. Toz haline getirme işleminin kapalı bir kutu veya pleksiglas içinde yapılması mantar sporlarının etrafı kirletmemesi için faydalıdır. Tavşan dışkısı toplanıp katı olarak –20 C'de naylon torbada saklanabilir ve gerektiğinde kullanılır.

Bu karışım yayvan bir tepsi üzerine çok kalın olmayacak şekilde yayılır ve üzerine distile su püskürtülür, neredeyse çamur görünümünü alır, 4-5 dk. bekleyip tekrar su püskürtülür, eğer elimizde daha önceki tepsilerden kalma mantar sporları varsa bunun üzerine inoküle edilebilir ama şart değildir. Tepsiler yarım saat kadar daha bekletilir, nem durumu kontrol edilir, bir miktar daha su püskürtülür ve tepsiler ters olarak her tarafı kapalı özel bir plastik kutu içine konulur. Bu özel kutunun iç kısmında tepsilerin yerleştirilebileceği raflar vardır. Dip kısmında ise su dolu bir kap bulunur. Tepsiler en az 3 hafta, mümkünse 4 hafta burada tutulur, haftada bir ön kapak açılarak havalandırılır. Böyle bir ortamda uzun süre bekleyince üzeri tamamen mantar ve bakteriyle kaplanır.

Süre sonunda tepsiler alınıp hiç ellenmeden kuru hava akımı olan bir ortamda kurutulur, bu da 1-2 hafta sürebilir.

İyice kuruduktan sonra toz haline getirilip +4 C'de saklanır.

D. Şekerli Pamuğun Hazırlanması: Rafine edilmiş kahverengi şeker, %50 oranında distile su ile karıştırılır ve mikrodalgada 3 kez hava kabarcıkları görülünceye kadar kaynatılır yani steril edilir. Sonra içine temiz pamuk bandırılır. Pamuğu netlerin içine koyarken kompakt halde olmasına dikkat edilir. Aksi halde sinek pamuğun liflerine takılır ve uçamaz, ölür. Eğer kahverengi şeker bulunamazsa Sakkaroz'dan hazırlanan %50'lik solüsyon kullanılabilir. Bu solüsyon +4 C'de saklanmalıdır.

E. Deney Hayvanlarının Bayıltılması: Fare Thiopental ile bayıltılır. Her fare için insülin şırıngası ile 6 çizgi (her çizgi 25 ml), hamster için 35 çizgi verilir. Hamsterde 100 gr. için 20 çizgi ilaç kullanılır.

Enjeksiyon inraperitoneal olarak yapılır. Ortalama bir saat uyurlar. Her koloni için ayrı fare kullanılır. *P. sergenti* ve *P. papatasi* için fare; *P. halepensis* için tavşan, *P. perniciosus* için hamster kullanılır. Tavşan bayıltılmaz, kafası özel bir kutuda fikse edilip sadece başı netin içine sokulur. *Phlebotomus*'lar da özellikle kulak ve burun çevresinden kan emerler.

Bir potta bulunan *Phlebotomus*'ların geçirdiği safhalar

1. Dişi *Phlebotomus*'ların Beslenmesi: Besleme işlemi fare, sıçan, tavşan ve hamster üzerinde gerçekleştirilir. *Phlebotomus* türüne göre kullanılan deney hayvanı değişmektedir. Bu işlem için hayvan anestezik bir madde ile bayıltılır ve netin içine konulur. Bir saat sonra hayvan alınır ve bir dahaki besleme işlemi için saklanır. Her net ve tür için kullanılan hayvan her seferinde aynıdır **(E)**.

2. Dişi *Phlebotomus*'lar beslendikten **5-7 gün sonra** içi alçı ile kaplı olan küçük potlara **(A)** konulur. Potun büyüklüğüne göre içine 75-125 arasında Phlebotomus konulabilir. Bu potlar dibinde ıslak kum **(B)** bulunan daha büyük plastik kaplara konulur ve kabın üstüne ilk potun konulduğu tarih yazılır, her tür için ayrı bir plastik kap kullanılır. Eğer uygun ısı ve nemde bir oda sağlanmışsa bu plastik kaplar orada muhafaza edilir ama sağlanamadıysa bu kapların ayrıu bir naylon torba içine konularak içine bir plastik petri kabı içinde ıslak pamuk konulması gereklidir.

3. Potlarda yumurtlamanın olup olmadığı her gün kontrol edilir. Yumurtalar beyaz alçı üzerinde siyah-kahverengi rengi ile hemen farkedilir. Yumurtaların ilk görüldüğü tarih not edilir. Yumurtlama sonrasında dişi Phlebotomuslar ölür, hepsi öldükten sonra ölülerin potun dibinden toplanması gerekir.

4. Birinci safha larva beklenir ve larvanın ilk görüldüğü tarih not edilir. Bu günden itibaren hazır yeşil renkli yem **(C)** konulur. Bu yem ağzına net takılmış bir kaptan püskürtülür, böylece büyük partiküller elenmiş olur. Larvanın arka kısmında görülen 2 siyah uzantı sayesinde ilk safha larva tanınır.

5. Potların hergün veya her iki günde bir kontroluna devam edilir. İkinci safha larvanın ilk görüldüğü tarih not edilir. Bu safhadan sonra yeşil yem artık elenmeden verilebilir.

6. Dördüncü safha larvanın görüldüğü tarih not edilir. Üçüncü safha larva ayırt edilemez. Dördüncü safha larva, arka kısmında bulunan 4 siyah uzantı ile tanınır, ayrıca larvanın büyüklüğü belirgin şekilde artar. Yeşil yem verilir.

7. Pupanın görüldüğü tarih not edilir. Bu aşamada hala 4. safha larvalar da olduğu için yeşil yem verilmeye devam edilir. Pupalar başlangıçta açık renkli gittikçe koyulaşıyor, kuyruk kısmında siyah renkli bir bölge vardır.

8. Pupadan sonra artık erişkinlerin potun içinde uçması beklenir. İlk uçan erişkinler sayılarak büyük netin içine alınır. Pottan elde edilen erişkinlerin erkek: dişi oranı 1:1 dir. Ancak erkekler daha hızlı gelişir, yani ilk elde edilenlerde erkekler, son elde edilenlerde dişiler çoğunluktadır. Erişkinler ilk çıktığında koyu renkli, gittikçe renkleri açılıyor ve sarıya dönüyor. Netin içine kaç tane erişkinin hangi tarihte konulduğu ve kaçıncı jenerasyon olduğu not edilir. Bu netlerin içine beslenmenin sağlanması için şekerli pamuk **(D)** konulur. Netin üzerine dış kısma plastik petri kutusu içine ıslak pamuk konulur ve bütün net büyük bir naylon torba içine konulur. Netler kirlendikçe değiştirilmelidir, çamaşır makinasında yıkanabilir.

9. Büyük netin içindeki dişilerin kan emmesi için bayıltılan deney hayvanı **(E)** netin içine yan yatırılarak bir saat kadar bırakılır.

10. Dişiler kan emdikten 5 gün sonra netin içinden toplanarak büyükçe yeni bir pota aktarılır. Aktarmadan önce potun içine nemlilik alttan görülünceye kadar su püskürtülür. Üzerine net konur ve kapağı kapatılır, netin üzerinde 1cm. Kadar bir yarık açılıp pamukla kapatılır. Potun içine kaç tane dişi konulduğu ve dişilerin hangi tarihte beslendiği not edilir. Potun üzerine tarih ve türü gösteren bir etiket yapıştırılır. Her tür için ayrı renkte etiket kullanmak kolaylık sağlar.

11. Beslenmiş dişilerin konulduğu potlar iki günde bir yumurta açısından kontrol edilir. Bütün dişiler ölünceye kadar beklenir ve hepsi bir pensle toplanır. Penslerin uçları devamlı alkolun içinde durur ve kullanmadan önce çakmakla yakılır. Yumurtalar hergün kontrol edilir. Potun yan duvarlarında bulunan yumurtalar yumuşak bir fırçayla dip kısma gönderilir, çünkü nem açısından dipte olmaları gereklidir. Her koloni için ayrı bir fırça kullanılır. İlk larva görüldüğü andan itibaren yem konulmaya başlanır.

1.5. Tür tayin yöntemleri

Tür tayinleri, morfolojik olarak binoküler ışık mikroskobu kullanılarak yapılır. Fotoğraf çekimlerinde görüntüleme cihazı ve programı kullanılabilir. Kum sineği türlerinin teşhis edilmesinde çeşitli literatürlerin tayin anahtarları ve çizimleri ile elektronik teşhis anahtarları kullanılabilir (8, 23, 58, 64, 69, 70, 73, 74, 96, 109). Toplanan kum sineklerinin tür tayini erkek örneklerde; palp formülü, genital organların (aedeagus, koksit, koksitteki bazal proses ve üzerindeki kıl demetinin durumu, stil, stildeki

dikenlerin sayısı ve konumu, paramer, Penis pompası ve penis filamenti) şekli ve uzunlukları, dişi örneklerde ise baş kısmındaki farinks armatürü, sibarium, genital bölgedeki furka ve spermatekanın şekli ve yapısı dikkate alınarak yapılmaktadır.

Ülkemizde günümüze kadar saptanan kum sineklerine ait morfolojik tür tayinleri web tabanlı bir elektronik tayin anahtarı kullanılarak yapılabilir. Bu anahtara, http://parasitology.ege.edu.tr/sandflyDST/index.php adresinden ulaşılabilir.

1.6. Ülkemizde Bulunan Türler ve Dağılımları

Ülkemizin de birçok ilinde fauna çalışmaları yapılmış olup şimdiye kadar 24 *Phlebotomus* (5 alt cins), 4 *Sergentomyia* cinsine ait olmak üzere 28 kum sineği türü saptanmıştır (Tablo 1).

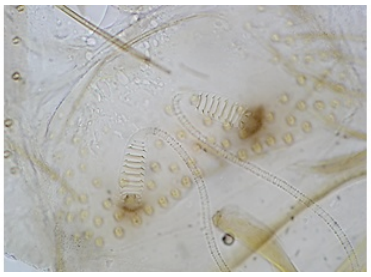
Bu türlere ait tür tayininde kullanılan morfolojik yapıların fotoğrafları ilerleyen sayfalarda ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu fotoğraflardan sadece *P. caucasicus* ve *P. kandelakii* (erkek genital) WRBU web sayfasından (http://www.wrbu.org/VecID_SF.html); *P. economidesi* ise Dr. Jerome Depaquit'in kolleksiyonundan alınmış olup, diğerleri orijinaldir.

Tablo 1. Türkiye'de günümüze kadar saptanan kum sineği türleri

Cins: *Phlebotomus*					**Cins: *Sergentomyia***
Altcinsler					
Adlerius	***Larroussius***	***Paraphlebotomus***	***Phlebotomus***	***Transphlebotomus***	
P. balcanicus	*P. burneyi*	*P. alexandri*	*P. papatasi*	*P. anatolicus*	*S. antennata*
P. brevis	*P. galilaeus*	*P. caucasicus*		*P. economidesi*	*S. dentata*
P. halepensis	*P. kandelakii*	*P. jacusieli*		*P. killicki*	*S. minuta*
P. kyreniae	*P. major*	*P. sergenti*		*P. mascittii*	*S. theodori*
P. simici	*P. neglectus*	*P. similis*			
	P. perfiliewi				
	P. syriacus				
	P. tobbi				
	P. transcaucasicus				

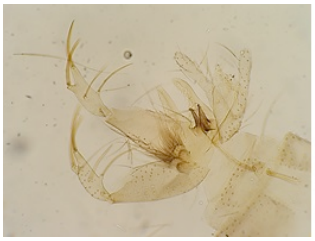
Phlebotomus (Phlebotomus) papatasi

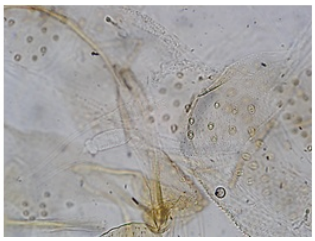

Erkek genital organı


Spermateka


Farinks armatürü

P. (Paraphlebotomus) alexandri

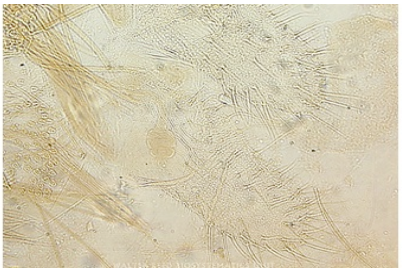

Erkek genital organı


Spermateka


Farinks armatürü

P. (Paraphlebotomus) caucasicus

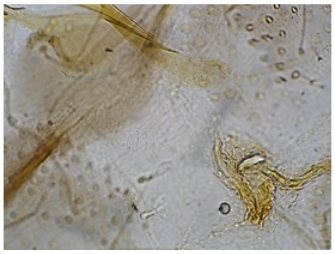

Erkek genital organı

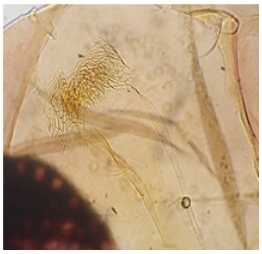

Spermateka


Farinks armatürü

P. (Paraphlebotomus) jacusieli

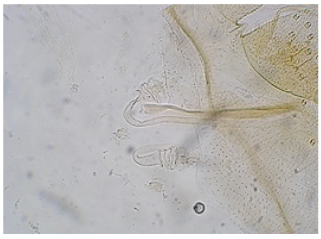

Erkek genital organı

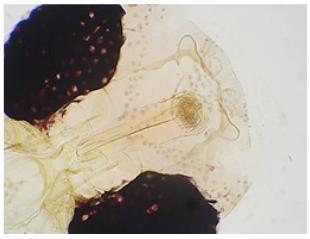

Spermateka


Farinks armatürü

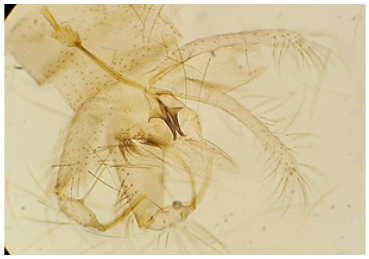
P. (Paraphlebotomus) sergenti

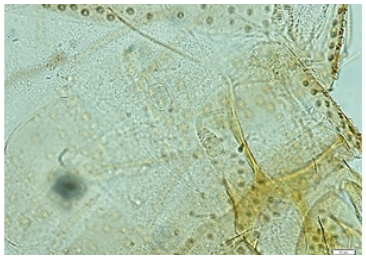

Erkek genital organı


Spermateka


Farinks armatürü

P. (Paraphlebotomus) similis

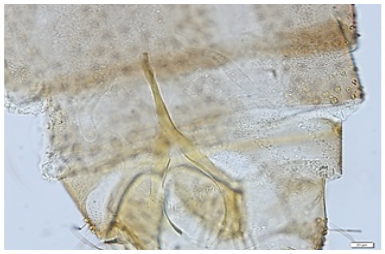

Erkek genital organı

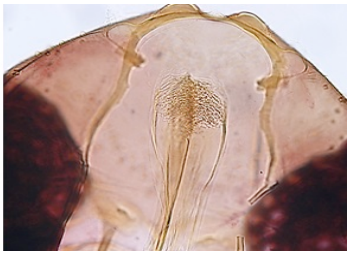

Spermateka


Farinks armatürü

P. (Larroussius) burneyi


Erkek genital organı

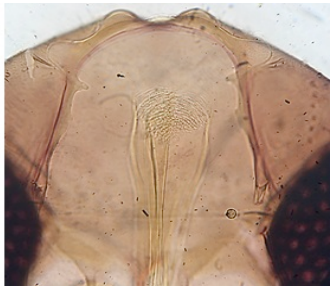

Spermateka


Farinks armatürü

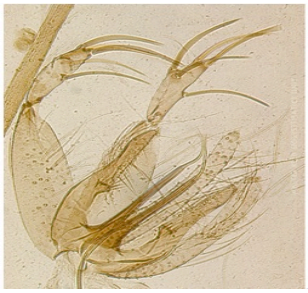
P. (Larroussius) galilaeus


Erkek genital organı

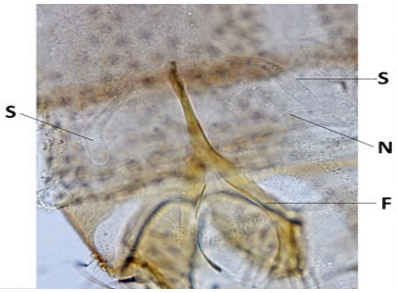

Spermateka


Farinks armatürü

P. (Larroussius) kandelaki



Erkek genital organı

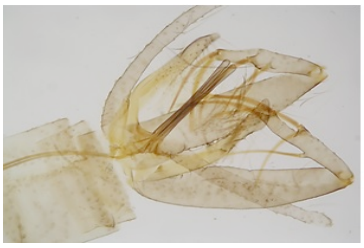


Spermateka



Farinks armatürü

P. (Larroussius) neglectus



Erkek genital organı



Spermateka

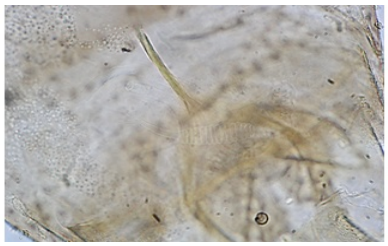


Farinks armatürü

P. (Larroussius) perfiliewi



Erkek genital organı



Spermateka



Farinks armatürü

P. (Larroussius) syriacus



Erkek genital organı



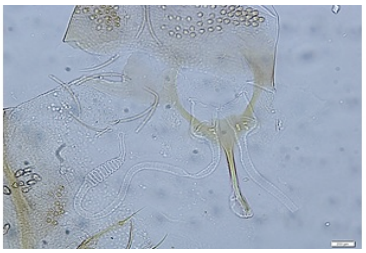
Spermateka

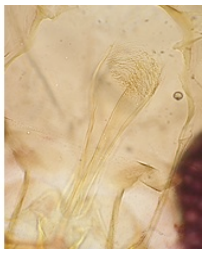


Farinks armatürü

P. (Larroussius) tobbi


Erkek genital organı


Spermateka (Foto: M. Karakuş)


Farinks armatürü

P. (Larroussius) transcaucasicus


Erkek genital organı

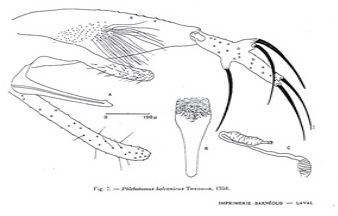

Spermateka


Farinks armatürü

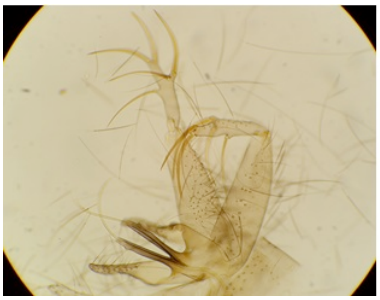
P. (Adlerius) balcanicus

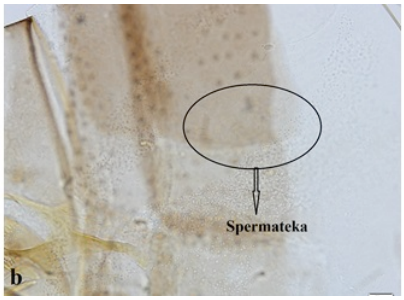



Erkek genital organı


Erkek genital organı, Spermateka, Farinks

P. (Adlerius) brevis


Erkek genital organı



Spermateka


Farinks

P. (Adlerius) halepensis

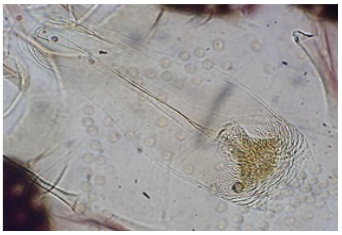

Erkek genital organı


Spermateka


Farinks armatürü

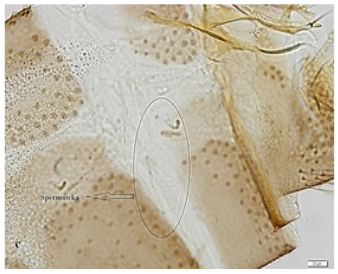
P. (Adlerius) kyreniae


Erkek genital organı


Farinks armatürü

P. (Adlerius) simici

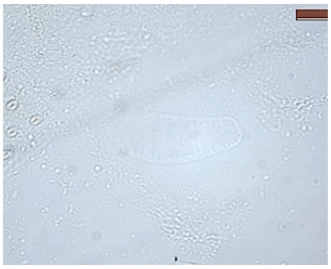

Erkek genital organı

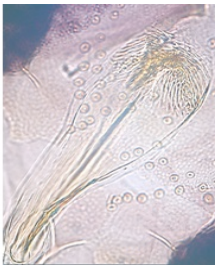

Spermateka


Farinks armatürü

P. (Transphlebotomus) anatolicus (Foto: Özge Erişöz Kasap)

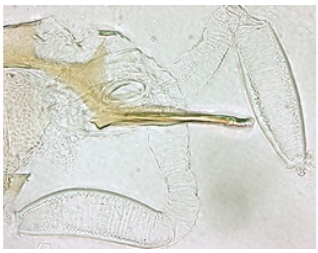

Erkek genital organı


Spermateka


Farinks armatürü

P. (Transphlebotomus) economidesi

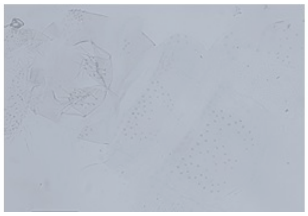

Erkek genital organı

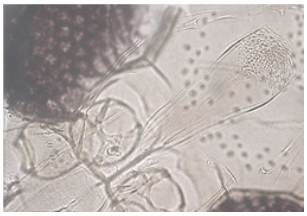

Spermateka


Farinks armatürü

P. (Transphlebotomus) killicki (Foto: Özge Erişöz Kasap)

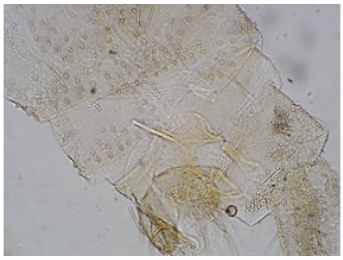

Erkek genital organı


Spermateka


Farinks armatürü

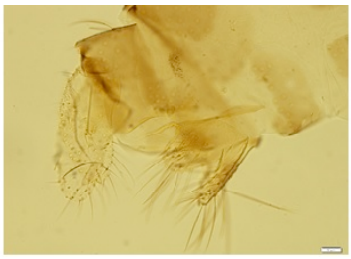
P. (Transphlebotomus) mascittii


Erkek genital organı


Spermateka

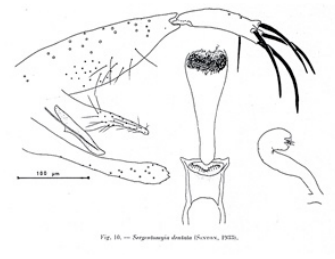

Farinks armatürü

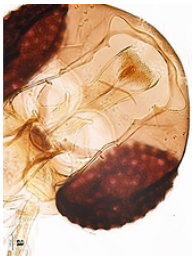
Sergentomyia antennata


Erkek genital organı Spermateka Farinks & Sibaryum

S. dentata

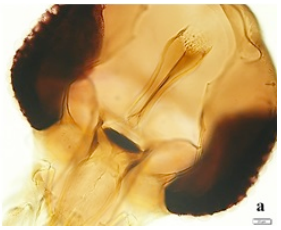




Erkek genital organı Spermateka (Foto: M. Karakuş) Farinks&Sibaryum

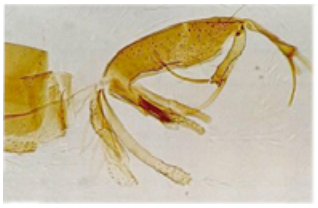
S. minuta

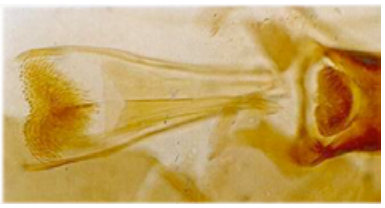




Erkek genital organı Spermateka Farinks armatürü

S. theodori





Erkek genital organı Spermateka Farinks & Sibaryum

1.7. Vektörlük açısından önemleri

Konaklarının etrafında küçük sıçramalarla uçma davranışı gösteren kum sineği cinslerine ait çok sayıda türün dünyanın birçok bölgesinde farklı hastalık etmenlerinin vektörü olduğu gösterilmiştir. Bu hastalıkların başında ***Leishmania*** türü parazitlerin neden olduğu bir grup hastalık gelmektedir. Kutanöz leishmaniasis (KL, Şark Çıbanı) ve visseral leishmaniasis (VL, Kala-azar) dünyanın birçok bölgesinde kum sineklerinin vektörlüklerini yaptıkları en yaygın ve önemli hastalıklardandır. Ülkemizde ağırlıklı olarak gençlerde olsa da her yaş grubunda görülen Şark Çıbanı'na*Leishmania tropica*, *L. infantum*, *L. major* ve *L. donovani*; genelde 14 yaş altı çocuklarda görülen VL'ye ise *L. infantum* sebep olmaktadır (11, 41, 104).

Leishmania infantum'un doğadaki kaynaklığını (rezervuar) köpekgiller (köpek, tilki, çakal, vb) yapmakta ve doğada parazitin varlığı aslında bu hayvanlar arasındaki döngü ile gerçekleşmektedir. Parazit köpeklerde de oldukça ciddi "**Kanin leishmaniasis**" adı verilen sistemik bir hastalığa neden olur. Bu hastalığı olan köpeklerin sadece %40-45'i klinik bulgu vermekte, fakat köpeklerde parazit tüm deride de yayılım gösterebildiğinden enfekte olanların tamamı paraziti vektör kum sineklerine kan emmeleri sırasında bulaştırabilmektedir (1, 118). Ülkemizde sahipsiz köpeklerin de fazla olması sorunun boyutunu daha da büyütmektedir.

Hem kırsal hem de kentsel alanlarda gerçekleşen bulaşma döngüsünde hastalığın görüldüğü alan ile ilişkili primer bir vektör kum sineği türü ve primer bir memeli rezervuar konak (insan ve/veya hayvan) bulunmaktadır. Burada önemli noktalardan birisi de her kum sineği türünün her *Leishmania* türünü taşıyamadığı, her iki organizmaya ait türler arasında özel bir ilişki olduğudur. Bu nedenle "olası vektör", "kesin vektör" ve "vektöryel kapasite" tanımları vardır ve bir kum sineği türünün kesin vektör olduğunun kanıtlanması için en az yedi ayrı kriterin yerine getirilmesi gerekmektedir (63, 100, 118).

Günümüze kadar saptanmış 988 türden sadece 70 kadarının vektörlüğü kanıtlanmış olup Eski Dünya'daki kesin vektör olduğu saptanan kum sineği türleri ve taşıdığı *Leishmania* türleri Tablo 2'de verilmiştir.

Kum sinekleri ayrıca dünyanın birçok ülkesinde kum sineği ateşi (sandfly fever), üç gün ateşi (three day fever) veya papatasi ateşi (papataci fever)

olarak bilinen viral bir enfeksiyona neden olan ve phlebovirüs adı verilen bir grupta yer alan virüslerin (Sicilian, Naples, Toscana ve 60'dan fazla diğer virüsün) de taşıyıcısıdır. Bu virüslerden bazıları ülkemizde de bulunmaktadır.

Toscana virüs ensefalit tablosuna da neden olabilirken diğer virüsler daha ılımlı bir hastalık tablosuna sebep olmaktadırlar.

Ek olarak, Güney Amerika'da da bartonellosis hastalığına neden olan *Bartonella bacilliformis* bakterisinin vektörüdür.

Hem parazit hem bakteri hem de virüslere vektörlük yapmaları nedeniyle de halk sağlığı ve veteriner hekimlik açısından tıbbi öneme sahiptirler.

Tablo 2. Eski Dünya'da bulunan kesin vektörlüğü kanıtlanmış kum sineği türleri ve taşıdıkları *Leishmania* türleri

Kum sineği türü	**Alt cins**	***Leishmania* türü**	**Coğrafi Bölge**
Phlebotomus (*P.*) *sergenti*	*Paraphlebotomus*	*L. tropica*	Türkiye, Avrupa, Asya, Orta Doğu, Kuzey Afrika
P. arabicus	*Adlerius*	*L. tropica*	Kuzey Afrika, Orta Doğu, Sahra altı Afrika
P. guggisbergi	*Larroussius*	*L. tropica*	Kuzey Afrika, Orta Doğu, Sahra altı Afrika
P. papatasi	*Phlebotomus*	*L. major*	Türkiye, Kuzey Afrika, Orta Doğu, Asya, Avrupa
P. dubosqui	*Phlebotomus*	*L. major*	Sahra altı Afrika, Yemen
P. ariasi *P. perniciosus*	*Larroussius*	*L. infantum*	Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Güneydoğu Asya
P. tobbi	*Larroussius*	*L. infantum*	Türkiye
P. argentipes	*Euphlebotomus*	*L. donovani*	Hindistan yarımadası
P. orientalis	*Larroussius*	*L. donovani*	Sudan, Etiyopya, Yemen
P. martini	*Synphlebotomus*	*L. donovani*	Sudan, Etiyopya, Kenya, Yemen
P. longipes	*Larroussius*	*L. aethiopica*	Etiyopya, Kenya
P. pedifer	*Larroussius*	*L. aethiopica*	Etiyopya, Kenya

1.7.1. Vektörün taşıdığı patolojik etkenler

Phlebotomine kum sinekleri ile insan ve hayvanlara bulaştırılan patojenler, Avrupa'daki ulusal ve uluslararası Sağlık birimlerinin öncelikli listelerinde olmayan enfeksiyon hastalıklarına neden olmaları nedeniyle göreceli olarak ihmal edilmişlerdir. Buna karşın, bu hastalıklar Güney Avrupa'da görülmektedirler. Kum sineklerinin taşıdığı patojenler arasında (**A**) *Leishmania* cinsi içerisindeki protozoonlar ve (**B**) Phlebovirüs cinsi (takım Bunyavirales, aile Phenuiviridae) içerisinde yer alan virüsler insanlardaki patolojik hastalıklarla ilişkilendirilmektedir (87). Kum sinekleri ayrıca sadece Güney Amerika'da görülen (**C**) *Bartonella bacilliformis*'e de vektörlük yapabilmektedirler (22). Etkenler ve yaptığı hastalık hakkında sırayla bilgi verilecektir.

1.7.1.1. *Leishmania* spp.

Leishmania spp. zorunlu hücre içi protozoon parazitleri olup memelilerde görülen leishmaniasis hastalığı etkenidirler.

Sınıflandırılması (92)

Regnum (Alem)	: *Protista*
Subregnum (Alt Alem)	: *Protozoa*
Phylum (Şube)	: *Sarcomastigophora*
Subphylum (Alt Şube)	: *Mastigophora*
Classis (Sınıf)	: *Zoomastigophora*
Ordo (Takım)	: *Kinetoplastida*
Familia (Aile)	: *Trypanosomatidae*
Genus	: *Leishmania*

Günümüze kadar *Leishmania*, *Viannia*, *Sauroleishmania*, *L. enriettii* kompleksi ve *Paraleishmania* olmak üzere 5 subgenera ve kompleksin tümünü içeren yaklaşık 53 *Leishmania* türü bildirilmiştir (sinonimler dikkate alınmadan). Bunlardan 31 tanesi memelilerin paraziti olarak bilinmektedir ve 20 tanesi insanlar için patojeniktir. İzoenzim elektroforezi (multilocus enzyme electrophoresis, MLEE) temelinde her alt cins içerisindeki *Leishmania* türleri subtropikal iklimdeki ülkelerde dağılım gösteren tür kompleksleri veya kompleksler olarak gruplandırılır (2, 87).

Leishmania parazitleri, duyarlı bir omurgalı konak ve bulaşmalarını sağlayan seçici bir artropod vektöre ihtiyacı olan, iki konağı kolonize edebilen (digenetik) heteroksen parazitlerdir. *Leishmania* kamçılı protozoonları, sinek vücudunda monoksen yaşayan atalarından vektör kum sineği ile memeli konak arasında geçen karmaşık parazitik bir yaşama evrilmişlerdir. Sadece, kan emen Phlebotomine kum sineği dişileri *Leishmania* türlerinin doğal vektörü olarak kabul edilmektedirler. *Phlebotomus* cinsi *Leishmania*'nın Eski Dünya'da bulaşından sorumlu türleri içerirken, *Lutzomyia* türleri ise parazitin Yeni Dünya'da bulaşından sorumludurlar (2, 87).

Özgün gelişimsel adaptasyonlar ile kum sineğindeki metasiklik promastigot ve memeli lökositleri içerisindeki hücre içi amastigot şekilleri ortaya çıkmıştır. Bu ardışık oluşan değişim olaylarına metasiklogenezis ve amastigogenezis denmektedir (25).

Memelilerin retiküloendotelial sisteminde fagositlerin içerisinde ve dişi kum sineklerinin intestinal sisteminde yaşamaktadırlar. Önce cins içerisinde donovani kompleksi, tropica kopleksi, mexicana kompleksi ve braziliensis kompleksi olmak üzere 4 tür kompleksi tanımlanmıştır. Sonra parazitin vektör içinde gelişimine bağlı *Leishmania* parazitleri Hypopylaria (arka bağırsakta gelişen saurian *Leishmania*), Peripylaria (arka bağırsak ve pilorda gelişen), ve Suprapylaria (tüm gelişim pilorun önünde olur) olarak üç gruba ayrılmıştır. Sonrasında kertenkeleleri enfekte eden *Leishmania*'ların memelileri enfekte eden *Leishmania*'lardan ayrılarak bu gruba Sauroleishmania ismi önerilmiş ve Sauroleishmania türü ayrı bir cins içerisine yerleştirilmiştir.

Leishmania cinsi Lainson ve Shaw trafından 1987'de iki alt cins grubuna (subgenera) ayrılmıştır; Suprapylaria bölümünde L. (*Leishmania*), Peripylaria bölümünde ise L. (Viannia) bulunmaktadır. Şu anda kabul edilen *Leishmania* sınıflaması cinsin 3 alt cinse (subgenera) ayrılmasıdır: Leishmania, Viannia, ve Sauroleishmania. Bu sınıflamada yer alamayan üyeler de *Leishmania* paraziti olup olmadığı henüz açık olmayan Paraleishmania grubuna alınmaktadır. Diğer yandan *Leishmania*'nın intrensek karakteristikleri (immünolojik, biyokimyasal ve moleküler) tanımlanarak yeni sınıflama sistemleri geliştirilmiştir. İzoenzim elektroforezi tiplendirme için yaygın olarak kullanılmış ve tanımlama için altın standart olarak kabul edilmiştir. Halen farklı hedeflerin sekansına ve mikrosatellit bölgelerinin analizine dayalı moleküler verilerin

değerlendirilmesi için referans yöntemi olarak değerlidir ancak, tüm bu yeni yöntemler tanımlanan tür kompleksleri ile tam uyuşmamakta, sınıflamanın revize edilerek bazı türlerin yok edilmesi (*L. infantum* ve *L. chagasi*'nin aynı olması gibi) ve alt tür düzeyine indirilmesinin gerekliliği bildirilmektedir (2).

Leishmania spp. morfolojisi

Leishmania parazitinin iki morfolojik şekli bulunur.

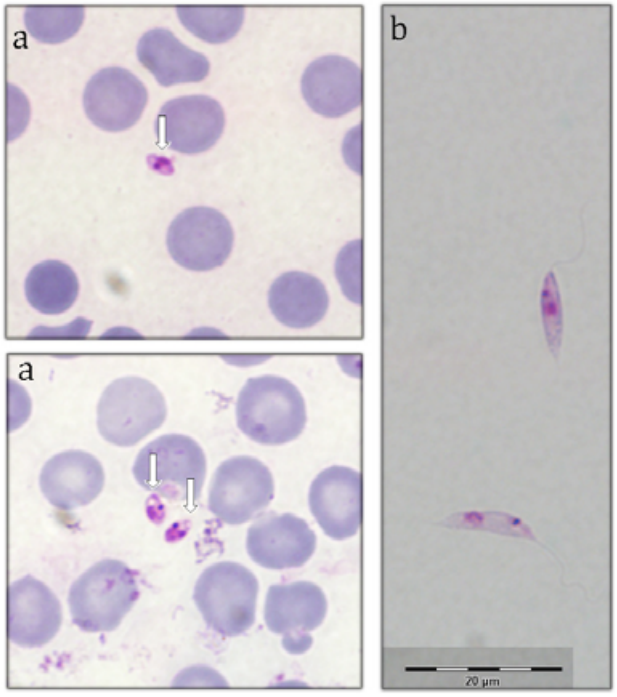
- Kum sineği midesinde bulunabilen hücre dışı kamçılı promastigot şekli,
- Tipik olarak, memeli konağın monosit makrofajlarında yerleşen, zorunlu hücre içi kamçısız amastigot şekli (87).

Parazit farklı canlılarda, farklı iki şekilde bulunmasına rağmen her iki evrede de birbirine benzerlik gösteren genel yapıda; yuvarlak veya oval şekilde bir nükleus ve parazitin bulunduğu gruba özgü olan, nükleustan daha koyu boyanmış yuvarlak, oval veya çubuk şekilde kinetoplast bulunmaktadır. Her iki şekilde ikiye bölünerek çoğalmaktadır. Sırasıyla kinetoplast, nükleus ve sitoplazma bölünmekte, en son hücre zarının da ayrılmasıyla parazitin ikiye bölünmesi tamamlanmaktadır.

Amastigot (Şekil 19a)**:** Yuvarlak veya oval şekilli, 2.5-6.8 µm büyüklüğünde ve hareketsizdir, 37 0C'de uzunlamasına bölünerek çoğalmaktadır. Eski kitaplarda "Leishman-Donovan cismi" olarak da anılmaktadır. Parçalı çekirdekli lökositler, monositler ve endotel hücreleri içinde tek tek veya gruplar halinde veya hücre dışında görülebilmektedirler. Sitoplazmada arka uca yakın büyük bir nükleus ve nükleusa bitişik kinetoplast bulunmaktadır. Sitoplazmada ayrıca vakuoller, nokta şeklinde bir bleforablast (kamçı kökü) ve bleforablasttan çıkıp ön kısımda sonlanan bir aksonem (kamçının sitoplazmada kalan kısmı) bulunmakta, ancak kamçı hücre dışına serbest olarak çıkmamaktadır. Bütün Leishmania türlerinde sitoplazmada tek bir mitokondrium yer almakta, golgi apareyi ve lizozomlar çeşitli enzim aktiviteleri ile parazitin beslenmesine yardımcı olmaktadırlar (102).

Promastigot (Şekil 19b)**:** Mekik şeklinde, 15-20 µm boy ve 1.5-5 µm genişlikte olup bir kamçısı bulunmakta, vektörde 27 0C'de uzunlamasına bölünerek çoğalmaktadır. Vektörü olan kum sineklerinin bağırsaklarında ve amastigot şekillerin uygun besiyerlerinde şekil değiştirmesinden sonra görülmektedir. Ön uçtan çıkan 18-20 mm uzunluğunda serbest bir kamçısı ve kamçı kökü yanında yerleşmiş 9 çift periferik ve 1 çift merkezi liften

oluşmuş bir aksonemi bulunmaktadır. Kamçının bağlantı noktasında yer alan çukurluğa "kamçı paketi" denmektedir. Kinetoplastın ön kısmında ve kamçının dip kısmında bleforablast bulunmaktadır. Ön uçta yuvarlak veya at nalı şeklinde bir kinetoplast, merkezi bir nükleus ve nükleolus ve nükleus membranında da porlar bulunmaktadır. Ayrıca sitoplazma içinde golgi aygıtı ve endoplazmik retikulum bulunmaktadır (14, 75, 102).



Şekil 19. *Leishmania*, a. Amastigot; b. Promastigot

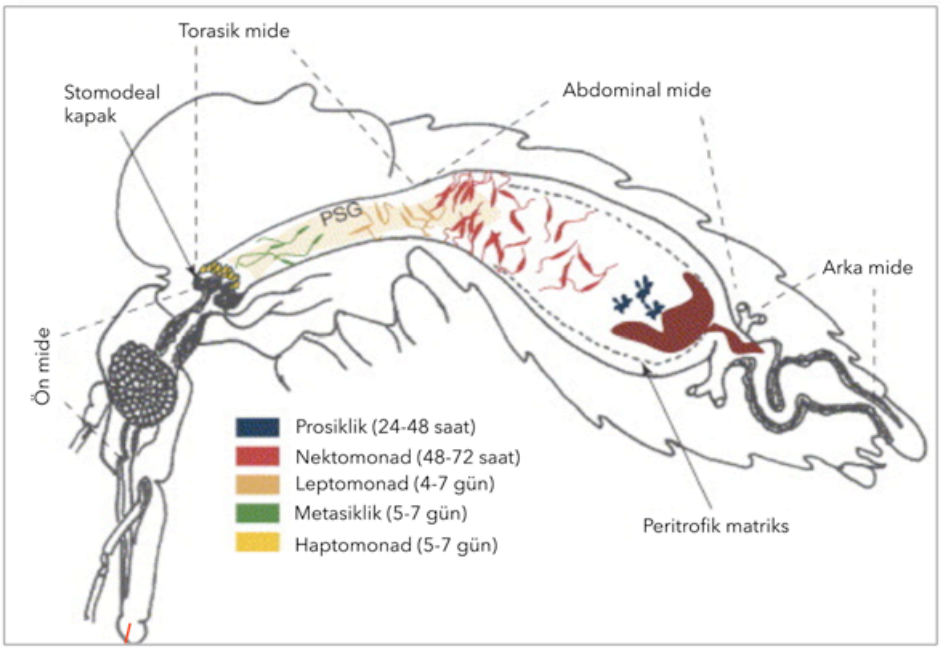
Leishmania spp.'nin hayat evresi

Leishmania türlerinin vektörü olan Phlebotomus veya Lutzomyia cinsi tatarcıklar, leishmaniasisli omurgalı bir konaktan kan emerken makrofajlar içinde bulunan paraziti de amastigot şeklinde almaktadır. Emilen kan orta midede "peritrofik membran" adı verilen bir membran ile sarılmakta ve sineğin sindirim enzimleri bu membran içine salgılanmaktadır. Leishmania'ların bir kısmı, makrofajların lizis olması esnasında sindirilirken kalanların vücudu uzamakta ve kamçı gelişerek enfektif olmayan promastigot şekline dönüşüp bölünerek çoğalmaya

başlamaktadırlar. Bu şekle "prosiklik" promastigot adı verilmektedir. Bu şekiller, *Leishmania*'nın türüne göre Phlebotomus'un sindirim kanalının farklı kısımlarına yerleşmekte ve gelişme sürecinde burada birkaç farklı morfolojik şekil görülmektedir. Çoğalmalarını sürdüren parazitler salgıladıkları enzimlerle peritrofik membranın ön kısmını eriterek torasik mideye geçmektedirler. Daha uzun ve ince olan bu promastigotlara "nektomonad" adı verilmektedir. Torasik midenin ön ucunda yer alan kan veya besin emilimi sırasında açılan kapağa geldikleri zaman kamçıları ile bağırsak epitel hücrelerinin mikrovilluslarına tutunmaktadırlar. Burada gelişen şekillere "haptomonad" adı verilmektedir. İleriki aşamalarda bu promastigotlar midenin ön tarafına doğru göç ederek özafagus ve farinksdeki kıvrım ve yarıklara kamçıları aracılığıyla tutunmakta ve lümeni tıkamaktadırlar. Promastigotlar zaman zaman bu bağlandıkları yerden ayrılarak daha uzun ve küçük şekiller halinde ağız parçalarına girmekte ancak burada artık bölünmemektedirler. Enfeksiyonu oluşturan bu promastigotlara ise "metasiklik" promastigotlar adı verilmektedir. Parazitler sıtmada olduğu gibi tükrük bezlerinde bulunmamaktadır. Vektörde görülen promastigot evreleri Şekil 20'de gösterilmiştir.

Promastigotların vektördeki bölünmesi aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir;

- promastigot büyür ve ikinci bazal cisim ortaya çıkar,
- yeni oluşan ikinci kamçı (bu kamçı bölünme işlemi süresince orijinalden daha küçük olarak kalır) bu yeni kamçı ikinci bazal cisimden doğar,
- kinetoplast büyür ve yaygın olarak boyanır (henüz bölünmez)
- çekirdek büyür ve iki eşit parçaya ayrılır, bunlar yanyana kalırlar,
- başta vücuda çapraz olarak uzanan kinetoplast sonra iki eşit parçaya bölünür,
- yeni oluşan ikinci kinetoplast çekirdek ile vücudun ön kısmı arasında uzanır, küçüktür ve Giemsa ile koyu boyanır,
- promastigotun vücudu, iki kamçı arasındaki bir yarıkla başlayıp arkaya doğru ilerleyerek her parçada bir çekirdek ve bir kinetoplast kalacak şekilde iki eşit promastigota ayrılır,
- bu iki yeni promastigot orijinal promastigotun yarısı büyüklüğündedir ve morfolojik olarak birbiriyle benzerdir. Tek morfolojik farklılık birinin kamçısının diğerinden daha kısa olmasıdır (62).



Şekil 20. *Leishmania*'nin vektördeki hayat devresi (55)

Enfektif metasiklik promastigotları barındıran vektör tatarcık, kan emmek için bir omurgalı konağı soktuğu zaman, belli bir miktardaki (500-1000) promastigotları da gidiş yönü kan akımının tersine olduğu halde inoküle etmektedir. Bu kan emme esnasında salgılanan tükrük salgısının pıhtılaşmayı önleyici etkisinin yanısıra omurgalı konakta enfeksiyonun yerleşmesinde hatta inoküle edilen parazit sayısının az olması olması durumunda bile enfeksiyonun başlayabilmesinde önemli rol oynadığı bildirilmektedir (40). Deriden vücuda giren promastigotlar ilk saatlerde serumdaki kompleman tarafından opsonize edilmekte ve uygun hücreler tarafından fagosite edilmektedir. Fagosite edilen promastigotlar kamçısını kaybederek amastigot şekline dönüşmektedir. Fagositozu yapan hücreler, omurgalının makrofaj, monosit veya langerhans hücreleri olup derideki mononükleer fagositik hücrelerdir. Amastigot, fagositik vakuol (fagolizozom) içinde kalmakta ve orada ikiye bölünerek çoğalmaktadır. Enfekte hücre, parazitin sayıca çoğalması sonucu parçalanmakta ve amastigotlar dağılmaktadırlar. Bu amastigotlar tekrar diğer makrofajları enfekte edebilmektedirler.

Enfeksiyonun bundan sonraki seyrini *Leishmania*'nın türü belirlemektedir. Enfeksiyon deride sınırlı kalabilmekte (ör: *L. tropica*) veya iç organlara göç edebilmektedir (ör: *L. infantum*). Enfekte makrofajlar kan yoluyla deriden öncelikle dalak, karaciğer ve kemik iliği olmak üzere diğer dokulara doğru hareket etmekte ve bu organlarda çeşitli patolojilere sebep olmaktadırlar. Ancak bu hareket parazitle karşılaşan konağın immun sisteminin durumuna göre değişiklikler gösterebilmekte ve parazitler türüne uygun olmayan yerlere de göç edebilmektedirler. Bu durum türlerin visserotropizm / dermatropizm karakterlerine bağlı olarak oluşmaktadır.

Leishmania promastigotlarının inoküle edildiği her omurgalı konakta enfeksiyonun başlaması ve/veya gelişmesi beklenmemelidir. Yeterli sayıdan çok az miktarda promastigotun verilmesi, konağın immun sisteminin sağlam olması durumlarında parazite karşı konakta antikor oluşabilmekte ancak enfeksiyon gelişmemektedir. Sporadik veya endemik olarak leishmaniasis görülen bölgelerde, parazitle karşılaşan kişilerin oranını belirlemek için *Leishmania* promastigotları ile hazırlanan antijenlerin kullanıldığı deri testlerinin uygulanması gerekmektedir.

Leishmaniasis epidemiyolojisi

Leishmaniases hastalık grubu tropik, subtropik ve Akdeniz Havzası ülkelerini içeren 98'den fazla ülkede endemik olup yılda 20.000 – 40.000 ölüme neden olmakta, dünya çapında 310 milyon kişi risk altında olup 12 milyon hasta bulunmaktadır. Leishmaniasis son on yılda artış göstermektedir ve halen dünya genelinde büyük halk sağlığı problemidir (7).

Leishmania parazitleri, parazitin memeli dokularındaki yerleşim yerine göre değişen visseral, kutanöz, yaygın kutanöz ve mukokutanöz leishmaniasis olmak üzere başlıca 4 farklı klinik şekilde hastalığa neden olmaktadır. En çok görülen şekillerin dünyadaki tahmin edilen insidansları; kutanöz leishmaniasisin (KL) 0.7-1.2 milyon ve visseral leishmaniasisin (VL) ise 0.2-0.4 milyon olgudur (2, 25).

Leishmania parazitlerinin yaşamı zoonotik veya antroponotik olarak başarılı bir şekilde bulaştırılmasına, uygun çevre ve iklime bağlıdır. Değişik *Leishmania* türlerinin yayılım gösterdiği bölgeler iyi tanımlanmış görünse de, seyahat veya göç ile egzotik türlerin bölgeye gelme riski akılda tutulmalıdır. Lokal bir geçiş döngüsüne yeni bir türün girme olasılığı farklı *Leishmania* türleri için kum sineklerinin uygunluğu; uygun bir rezervuarın varlığı, kum sinekleri, rezervuarlar ve insan arasında kontağın varlığı gibi

değişik faktörlere bağlıdır. Bu bakış açıları göz önüne alındığında, *L. major*'ın doğadaki rezervuarları killi kum fareleri ve gerbillerin (çöl faresi) Afrika ve Asya kıtalarının çöl ve çölümsü bölgelerinde yaşamaları ve Avrupa kıtasında bulunmamaları nedeniyle, zoonotik *L. major*'ın Avrupa'ya girişinin çok mümkün görünmediği bildirilmiştir. Buna karşıt olarak, farklı Avrupa ülkelerinde sorumlu vektörler olan *P. sergenti* ve *P. tobbi*'nin bulunuşu nedeniyle, antroponotik *L. tropica* ve *L. donovani*'nin Avrupa'ya giriş riskinin, göz ardı edilemeyeceği düşünülmektedir (87).

Kutanöz leishmaniasisin dünya genelinde yaklaşık %70-75'i Afganistan, Cezayir, Kolombiya, Brezilya, İran, Suriye, Etyopya, Kuzey Sudan, Kosta Rika, ve Peru olmak üzere 10 ülkede görülmektedir. Visseral leishmaniasis olgularının ise %90'ından çoğu Hindistan, Bangladeş, Sudan, Güney Sudan, Brezilya, ve Etyopya olmak üzere 6 ülkede görülmektedir (7). Kanin leishmaniasis ciddi bir problem olup, sadece Akdeniz Havzası'nda 2.5 milyon köpeğin enfekte olduğu tahmin edilmektedir.

Kutanöz leishmaniasis, farklı yabani kemirgenleri ve insanları memeli konak olarak etkileyen ve farklı kum sineği türlerinin vektör olarak rol oynadığı vektör kaynaklı zoonotik bir hastalıktır. Eski Dünya'da KL olgularının büyük bir bölümü Kuzey, Merkez ve alt-Sahra ve Doğu Afrika ile Yakın Doğu ve Orta Doğu ve Orta Asya ve Hindistan'ın coğrafi olarak kurak ve yarı kurak bölgelerinde görülmektedir. Yeni dünya KL'i Meksika, Santral ve Güney Amerika'nın tropikal ve subtropikal bölgelerinde oluşmaktadır. Eski Dünya ve Yeni Dünya'da KL'den sorumlu *Leishmania* türleri farklıdır. Eski Dünya'da KL etiyolojik etkenleri *L. tropica, L. major, L. aethiopica* ve *L. infantum* (2) iken, Yeni Dünya'da hastalık *L. mexicana* kompleksi (*L. mexicana, L. amazonensis, L. pifanoi, L. garnhami* ve *L. venezuelensis*) veya Viannia alt cinsi (*L. braziliensis, L. guyanensis, L. panamensis, L. naiffi, L. shawi, L. lainsoni* ve *L. peruviana*) içerisindeki parazitler tarafından oluşturulmaktadır. Eski Dünya ve Yeni Dünya KL'ini bulaştıran vektör türleri de farklıdır.

Diffüz kutanöz leishmaniasis (DKL) ilk kez 1969 yılında Kenya'da bildirilmiştir. Bu hastalık KL'in bir varyantı olup lezyonlar yayılmıştır. Etken *L. aethiopica*'dır ve *P. pedifer* ve *P. longipes* vektörlüğünü yapmaktadır. Bununla beraber, Yeni Dünya'da da *L. amazonensis*'in etken olduğu *Lutzomyia* grubu Olmeca ile bulaştırılan DKL bildirilmiştir.

Mukokutanöz leishmaniasis (MKL) veya espundia, sadece Güney Amerika'da ve daha çok Peru, Bolivya, Paraguay, Ekvator, Kolombiya ve Venezuela'da görülmektedir. Etken çoğunlukla *L. braziliensis* (Viannia

subgenus) ve daha nadir *L. guyanensis, L. panamensis*, ve *L. amazonensis*'dir. Vektörler başlıca Psychodopygus (e.g., *L.* (*Ps.*) *wellcomei*) subgenusu içerisinde yer almaktadır.

Visseral leishmaniasis (VL) özellikle dalak, karaciğer ve kemik iliği olmak üzere iç organları etkileyen sistemik bir hastalıktır. *L. donovani* ve *L. infantum* Eski Dünya VL'inden sorumlu iken, *L. chagasi* (günümüzde *L. infantum* olarak kabul edilmektedir) Yeni Dünya VL'sinden sorumludur. Nadiren *L. tropica* veya *L. amazonensis* ile oluşan VL olguları da bildirilmiştir. Visseral leishmaniasis temel vektörleri Euphlebotomus, Larroussius, ve Synphlebotomus Subgenera'sı içerisinde yer alır fakat Adlerius ve Paraphlebotomus subgenera içerisindeki bazı türlerde *L. infantum* ve *L. donovani* vektörü olarak bildirilmiştir. Yeni dünya VL vektörleri, *Lutzomyia* sensu stricto, Migonemyia, Nyssomyia, Pifanomyia, Psychodopygus, ve Verrucarum subgenera'sında yer alır (2).

Akdeniz Havzası ülkelerde VL'ye neden olan *L. donovani* ve *L. infantum* ile dermotrofik *L. infantum* suşları ve *L. infantum*/*L. donovani* hibridi ile birlikte *L. tropica* ve *L. major*'un KL'ye neden olduğu *Leishmania* türleri bulunmaktadır. Bu bölgede insan için patojen olan *Leishmania* türleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Akdeniz ülkelerinde leishmaniasise neden olan türler

Cins	Alt cins	Kompleks	Tür	Coğrafi Dağılım
Leishmania				
	Leishmania	*L. major* kompleksi	*L. major*	Kuzey Afrika, Orta Doğu, Balkanlar
		L. tropica kompleksi	*L. tropica*	Kuzey Afrika, Orta Doğu, Yunanistan
			(*L. killicki*[a])	Kuzey Afrika
		L. donovani kompleksi	*L. donovani*	Kıbrıs, Türkiye
			L. infantum	Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Orta Doğu
			(*L. archibaldi*[b])	Lübnan, Tunus, İtalya (nadir izolatlar)

a. *L. tropica* Kuzey Afrika'da dolaşan alt popülasyonu; b. multilocus enzyme electrophoresis (MLEE) ile tanımlanmış tür, sekans analizine dayalı filogenetik çalışmalar ile desteklenmemiştir. *L. archibaldi* temelde Doğu Afrika ile sınırlı bir coğrafi alanda görülmektedir. Bununla birlikte, özellikle Lübnan, Tunus ve İtalya olmak üzere Akdeniz bölgesinde nadir izolatlar tanımlanmıştır.

Kıbrıs'ta *L. donovani*'nin (MON-37 zimodem) neden olduğu bildirilen otokutanöz KL ve VL olguları hastalığın dinamik doğasını doğrulamaktadır. İzoenzim analizleri (MLEE) Kıbrıs'ta izole edilen *L. donovani* MON-37'nin Türkiye'de izole edilen *P. tobbi* ile bulaştırılan iki farklı suş; *L. donovani* MON-309 (Çukurova suşları) ve *L. donovani* MON-308 zimodemi (Kuşadası suşu) ile yakın ilişkili olduğunu göstermiştir. *L. donovani* MON-37 zimodemi coğrafi olarak geniş bir alana yayılım göstermekte ve homojen bir grup olduğu izlenimi yaratmaktadır. Mikrosatellit analizleri (MLMT) ise Kıbrıs MON-37 suşlarının Hindistan, Orta Doğu ve Doğu Afrika'daki MON-37 suşlarından açık bir biçimde ayrı olduğunu göstermektedir. Diğer bir mikrosatellit analiz çalışması ile Kıbrıs ve Türkiye suşlarının *L. donovani* kompleksi içinde yeni keşfedilen bir alt grup olduğu gösterilmiştir (Türkiye/Kıbrıs non-MON-1 zimodem grubu) ve bu suşların Avrupa kıt'asında komşu bölgelere yayılabileceği düşünülmektedir (42).

Leishmania parazitlerinin üreme modu (çiftleşmeye karşı klonalite) hala tartışmalıdır, fakat doğal hibrid suşların varlığı genetik materyal değişiminin oluştuğunu düşündürmektedir. Çukurova suşunun tüm genom analizi, bu suşun, *L. infantum* bireyi ile henüz tanımlanmamış *L. donovani* kompleksi içerisindeki bir bireyin tek ürünü olduğunu göstermiştir. Portekiz'de ise immün yetmezlikli VL hastalarından *L. infantum* ve *L. major* ürünü olan iki hibrid suş izole edilmiştir ve bu da suşlar arasında genetik değişim için yakın filogenetik ilişkinin gerekli olmadığını göstermektedir. Moleküler yöntemler ile bu suşların *L. infantum* ve *L. major* genomlarının her ikisinin de tümünü içerdiği gösterilmiştir. Genetik alışveriş daha virülan suşlar gibi potansiyel değişimlerin olabileceğine işaret etmektedir. *L. infantum*/*L. major* hibridi *P. papatasi*'de, *L. infantum*/*L. donovani* hibridi ise *P. tobbi* ve *P. perniciosus*'ta çoğalabilmekte, bu da hibrid suşların enfekte kum sineklerinde dolaşabileceği anlamına gelmektedir (87).

Leishmaniasis Kliniği

Parazitin tür ve yerleştiği organlara göre değişen başlıca kutanöz leishmaniais (KL), mukokutanöz leishmaniasis (MKL), visseral leishmaniasis (VL) ve diffüz kutanöz leishmaniasis (DKL) klinik şekilleri tanımlanmıştır.

Visseral leishmaniasis: Klinik bulgular ani, ılımlı veya yavaş olarak ortaya çıkabilmektedir. Subakut ve kronik olgularda ateş, halsizlik, iştahsızlık,

öksürük ve kilo kaybı bulunmaktadır. Çocuklarda bu bulgulara ek olarak gelişme geriliği ve organomegali görülmektedir. Bazı olgularda, karaciğer enzimleri yüksekliği ve sarılık (ikter) görülebilmektedir. Bu tablolar prognozun kötü olduğunu göstermektedir. Deride kepeklenme, pullanma görülmekte ve saçlar dökülebilmektedir. Çocuklarda hastalığın ileri dönemlerinde periferik ödem görülebilmektedir. Epistaksis ve gingival kanamalarla sıklıkla karşılaşılmaktadır (118).

Hastalık 2 hafta ile 18 ay arasında değişebilen bir inkübasyon süresinden sonra ortaya çıkmaktadır. Sıklıkla karında şişlik şikâyeti oluşmaktadır. Akut başlangıçta periyodik ateş yüksekliği görülebilmektedir. Bazen diyare oluşabilmektedir. Başlangıç sinsi olursa, erken dönemde belirsiz bir hastalık hissi oluşmaktadır. Ateş sürekli, aralıklı, inişli çıkışlı ve düzensiz aralıklarla oluşabilmekte, günde iki-üç kez ateş yükselmesi karakteristik olsa da her zaman görülmemektedir. Anemi ve lenfadenopati oluşabilmektedir. Hastalık ilerledikçe kilo kaybı artmakta, zayıflık ve karaciğer ve dalak büyümesi nedeniyle karında şişlik belirginleşmektedir. Karaciğer ve dalak sıklıkla yumuşak ve genelde hassas değildir. Hastalığın ilerleyince asit oluşabilmektedir. Kala-azar, kara ateş anlamına gelmekte ve derinin özellikle alın, şakaklar ve ağız etrafında karakteristik olarak koyulaşmasını anlatmaktadır.

Nadiren ısırma yerinde başlangıçta bir papül oluşmaktadır. *Leishmania donovani*'de tüm vücudu kaplayan veya yama şeklinde eritamatöz veya depigmente makül şeklinde dermal lezyonlar, burun üzerinde kelebek şeklinde yayılım görülebilmektedir. Daha sonra lezyonlar nodüler olmaya eğilim gösterir ve lepra nodülleri ile karıştırılabilir. Deri lezyonlarında parazit bulunabilmekte ve tatarcıkların enfeksiyonu alması için kaynak oluşturduğu düşünülmektedir.

Visseral leishmaniasisde nadiren, ayaklarda yanma, sağırlık, ayak düşmesi, çoklu kafa siniri felçleri gibi nörolojik değişiklikler de bildirilmiştir. Hindistan'da 10 yaşında kala-azar'lı bir çocuk hastada serebrospinal sıvı örneğinde *L. donovani* amastigotları saptanmıştır.

Birçok yerde sıtma daha yaygın olarak görülen bir enfeksiyon olup, VL ile benzer klinik bulgular görülmektedir. Yukarıda bahsedilen bulguların birkaçıyla birlikte uzun süren düzensiz ateşi olan, anti malarial ilaçlara yanıt vermeyen veya kan yaymaları birkaç kez incelendikten sonra sıtma parazitlerine rastlanılmayan hastalarda VL'nin mutlaka düşünülmesi gerekmektedir. Ayırıcı tanı açısından da; tifo, tüberküloz, AIDS, brucellosis,

kronik hepatit, lenfoma ve lösemi gibi hastalıkların düşünülmesi gerekmektedir. Laboratuvar incelemelerinde; lökopeni, trombositopeni ve serumda *Leishmania'*ya özgü antikorların saptanması klinik teşhisin doğrulanması için değer taşımaktadır.

Klinik görünüm nadiren atipik olup, splenomegali olmadan ateş, bulantı, ishal, kusma, öksürük veya bunların kombinasyonları görülebilmektedir.

Basit deri lezyonları (leishmanioma) VL'den önce, birlikte veya sonra görülebilmektedir. Kala-Azar sonrasında görülen kutanöz leishmaniasis (Post Kala-Azar Dermal Leishmanosis, PKDL) oluşabilmektedir.

L.infantum/*L.chagasi*'ye bağlı enfeksiyonlar sıklıkla asemptomatik olarak ortaya çıkabilmektedirler. Endemik bölgede yaşayan kişilerin pozitif leishmanin deri testi veya pozitif serolojiye sahip olmaları (tipik olarak populasyonun %3-30'unda) klinik olarak hasta olduklarını göstermemektedir. Subklinik VL daima klinik VL'den daha fazla görülmektedir.

VL iyi huylu bir hastalık olmadığı ve tedavi edilmezse genellikle öldürücü olduğu için epidemik ya da yüksek endemik bölgelerde laboratuvar olanakları sağlanamadığı zaman kliniğe göre uygun tedaviye başlanabilmektedir.

Pnömoni, bronşial enfeksiyonlar, tüberküloz, sıtma, ishal, viral enfeksiyonlar, bakteriyel deri enfeksiyonları, orta kulak iltihabı, ağızda yaralar, VL sırasında ortaya çıkabilen sekonder infeksiyonlardır. Trombositopeni nedeniyle, burun kanaması veya bağırsak gibi vücudun diğer bölümlerinde kanamalara bağlı ölüm oluşabilir. Leishmania enteriti ishal ve malabsorbsiyona sebep olabilir ve pulmoner tutulum pnömoniyi taklit edebilir. Ölüm başlıca sekonder enfeksiyonlar veya kanamalara bağlı olarak görülmektedir.

İmmün yetmezlikte VL: İmmun sistem ile yakından ilgili bir enfeksiyon olan leishmaniasis, hücresel immun yanıtın azaldığı her durumda atipik klinikle görülmekte ve tedaviye daha dirençli olmaktadır. Bu durumdaki kişilerin çoğunluğunu "Human Immunodeficiency Virus" (HIV) ile enfekte kişiler oluşturmakta ve Avrupa'da HIV/*Leishmania* koenfeksiyonu bildirilmektedir. Bu hastalarda düşük CD4 (yardımcı T lenfositleri) miktarı saptanmaktadır. Ayrıca kortikosteroid kullanımı ve immun baskılayıcı tedavi ile lenfoma, lösemi, kronik hepatit, organ nakli, sarkoidoz, kron hastalığı, sistemik lupus eritomatozis gibi başka nedenlerle immun sistemi

baskılanan hastalar VL'ye daha duyarlı kişiler olarak bildirilmektedir. Deriye, mukozalara ve birçok iç organa yayılabilmektedir. İshal, öksürük, yutma güçlüğü (disfaji) yaygın olarak görülen belirtilerdir. Ayrıca, dil, özofagus, mide, rektum, larinks ve akciğerde nodüler veya ülseratif lezyonlar görülebilmektedir. Parazitler lezyon olan veya olmayan bölgelerde çok miktarda saptanabilmektedir. Bu hastalarda parazitin amastigot şekilleri sadece kemik iliği örneğinde değil, atipik olarak deri biyopsisi, duodenal ve rektal biyopsilerde, bronko alveolar lavajda ve perifer kan nötrofillerinde de bulunabilmektedir. Bu hastalarda hastalığın parazitolojik tanısı daha yüksek hassasiyet gösterirken immün yetmezlik nedeniyle serolojik tanının hassasiyeti düşmektedir.

Kutanöz leishmaniasis: Kutanöz leishmaniasis, (KL, Şark çıbanı, Antep çıbanı, Halep çıbanı, Delhi çıbanı, Yıl çıbanı, Güzellik çıbanı) genellikle deriyi ve bazen de deri ve mukozaları tutan ve iz (skar) bırakarak iyileşen lezyon(lar) ile karakterize bir deri hastalığıdır. İlk sınıflandırmalarda *L. tropica*'nın oluşturduğu lezyona "kuru tip", *L. major*'un oluşturduğu lezyona ise "yaş tip" adı verilmiştir. Bu isimlendirme halen bazı kitaplarda kullanılmaktaysa da, bu kliniğe dayanan sınıflandırma ile etken *Leishmania* türünün tanımlanamayacağından dolayı geçerli olarak kabul edilmemektedir (68). Lezyonlar, yaz aylarında ve geceleri aktif olan tatarcık sineğinin beslenmek için kan emdiği deri bölgesinde, 4-8 aylık inkübasyon döneminden sonra bir sivilce gibi ağrısız, eritemli bir papül şeklinde başlar. Genellikle vücudun giysi ile örtülmeyen açık olan kısımlarındaki deriye lokalize, uzun süredir (en az 1 ay) iyileşmeyen, sekonder olarak bakterilerle infekte olmadıkça ağrısız, eritemli papül, nodül, nodülo-ülseratif, plak, ülsere plak şeklinde lezyonlarda düşünülmelidir. Ülserleşmiş lezyonların üzerinde alta sıkıca yapışık krutlu, kenarları lastik silgi kıvamında endürasyon gösterebilir (merkezinde krateri olan volkan biçiminde). Lezyon, 1-2 ay içerisinde giderek büyüyerek 1-2 cm çaplı nodüle dönüşür. Nodüler lezyon zaman içerisinde merkezden ülserleşerek krutla kaplanır. Tedavisiz olgularda lezyon doğal seyri genellikle 1-1,5 yıllık süreç içinde ömür boyu süren depresif skar bırakarak iyileşir. İyileşmeden sonra kişiyi ömür boyu reinfeksiyonlara karşı koruyan türe özgü doğal bir bağışıklık gelişir. Non-endemik bölgelerde de yukarıdaki klinik tanımlamaya uyan lezyona sahip olgularda, özellikle yaz aylarında endemik bölgelere (Örneğin Güneydoğu Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgesine) seyahat öyküsü açısından ayrıntılı anamnez alınmalıdır.

Post Kala-Azar Dermal Leishmaniasis (PKDL): Visseral leishmaniasisin bir komplikasyonudur. Visseral leishmaniasis geçirmiş ve iyileşmiş, bazen geçirmemiş hastalarda maküler, makülo-papüler ve nodüler döküntü ile karakterizedir. Ortaya çıkışında hastaların immün yanıtındaki olayların etken olduğu görüşü ağırlık kazanmakla birlikte mekanizması tam olarak açıklanamamıştır.

Dünyada PKDL'ye *L. donovani*'nin etken olduğu VL in görüldüğü Asya'da Nepal, Bangladeş ve Hindistan'da; Doğu Afrika'da ise Sudan, Etopya ve Kenya'da rastlandığı bildirilmektedir. *L. infantum* ve *L. chagasi*'nin etken olduğu VL'in in görüldüğü bölgelerde ise çok ender olarak görülmektedir. *L. braziliensis* ve *L. amazonensis* enfeksiyonu ile HIV infeksiyonu birlikte olduğu olgularda da PKDL gelişebilmektedir (92).

Leishmaniasis Tanısı

Visseral leishmaniasis tanısında, olanak varsa birden fazla tanı yönteminin kullanılması önerilmektedir. Böylelikle diğer hastalıklardan ayırıcı ve doğru tanı konulması mümkün olabilmektedir.

Etkensel Tanı: *Leishmania* parazitini görerek tanı koymak için, kemik iliği (Kİ), dalak, karaciğer, lenf bezi aspirasyonu yapılabilmekte veya perifer kan örneğindeki çekirdekli hücreler incelenmektedir. Yayma preparat hazırlandıktan sonra Giemsa ile boyanarak mikroskopta amastigot şekillerinin görülmesiyle tanı konmaktadır. İmmersiyon objektifinde yapılan inceleme en az 100 mikroskop sahasını kapsamalıdır (tercihan preparatın kenarlarını). Eğer kültür ortamı varsa, steril koşullarda alınan 1-2 damla aspirat öncelikle kültüre inoküle edilmeli preparatlar daha sonra hazırlanmalıdır. Ekim işleminden sonra kültür tüpleri 24-27 ^{0}C'de saklanmalıdır. Kültür yönteminin duyarlılığı, inokülasyon sırasında aseptik koşullara dikkat edilmesi ve daha sonraki günlerde kültürlerin dikkatlice incelenmesiyle arttırılabilmektedir.

Ancak tanının hemen mümkün olmaması kültüre ekim yönteminin dezavantajıdır. Eğer yeterince dikkat edilmezse kontaminasyon riski bulunduğu unutulmamalıdır.

Kültürde serbest olarak hareket eden *Leishmania*'nın kamçılı promastigot formları izlenerek tanı konulabilmektedir. Kültür sıvısında özellikle lökositlerin küme yaptığı bölgeler dikkatlice incelenmeli ve promastigotların hareketi görülmeye çalışılmalıdır.

Modifiye NNN besiyeri ve yapılışı:

Katı faz:

Agar	: 5 gr
Bakteriyolojik pepton	: 2 gr
NaCl	: 1 gr
Distile su	: 200 ml

Yukarıda verilen maddelerin hepsi bir balona konularak 121 0C'de 20 dk. otoklavlanır. Toplam 40-60 ml defibrinize kan (20ml kana 0.5 ml Penicillin potasyum (1000000 IU), 0.5 ml Streptomisin sülfat ve 0.5 ml Flukonazol (Leishmania promastigotları üzerinde etkili olmayan bir mantar ilacı) hazırlanır. Agar yaklaşık 50 0C'ye kadar soğutulur ve kan agarın üzerine eklenerek karışması sağlanır ve hemen steril tüplere 2-4 ml dağıtılır. Tüplere belli bir eğim verilerek katılışıncaya kadar oda ısısında tutulur ve sonra +4 0C'de saklanır.

Sıvı faz: Kullanılacağı zaman buzdolabından çıkarılan besiyerinin dip kısmında az bir miktarda kondansasyon sıvısı adı verilen bir sıvı toplanır. Bunun üzerine 1 ml steril serum fizyolojik veya %10-20 Fetal calf serum (FCS) eklenmiş RPMI 1640 besiyeri eklenir ve ekim yapılır.

Ayrıca, aspirasyonla elde edilen örnekler veya boyalı ve boyasız yayma preparatlar kullanılarak Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) uygulanabilmektedir. Polimeraz Zincir Reaksiyonu için parazitin nükleer veya kinetoplastik DNA'larına ait özgün bölümler çoğaltılabilmektedir. Çok hassas olması nedeniyle hastalık gelişmese de parazitle karşılaşmada ve/veya subklinik hastalıkta da pozitif sonuç verebilir, onun için epidemiyolojik çalışmalar dışında hastalık tanısı için, sonuçlar hastanın klinik bulguları ve mümkünse diğer tanı yöntemlerinden birisi ile birlikte değerlendirilmelidir.

Özellikle immun yetmezliği olan hastalarda da perifer kanda parazit sayısı çok miktarda olduğu için uygun türdeki tatarcıklar kullanılmak suretiyle hastadan kan emdirilmekte ve sinekte promastigotların gelişimi disseksiyon ile araştırılmaktadır (Xenodiagnosis).

Bir latex agglutinasyon testi (KATEX®) idrardaki antijenleri saptayarak tanı koymak için kullanılmaktadır. İnvaziv olmayan bu testin özellikle antikor yanıtı yetersiz olan immünsüpresif kişilerde ve VL tedavisinin takibinde çok yararlı olacağı bildirilmektedir (9, 92).

Serolojik Tanı: Leishmaniasisin serolojik tanısı için İndirekt Fluoresan Antikor Testi (IFAT), Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA), rK39 hızlı tanı testi (rK39 dipstick), Direkt Aglütinasyon testi (DAT), Hızlı Aglütinasyon Tarama Testi (Fast Agglutination Screening Test=FAST) ve Western Blot (WB) gibi testler uygulanabilmektedir.

Serolojik tanı için düz kan örneğinden elde edilecek serum kullanılmaktadır. Ayrıca filtre kâğıdı üzerine alınacak tam kan örnekleri ile de serolojik testleri uygulamak mümkün olmaktadır. Bunun için; hastanın parmak ucu bir %70 alkollü pamuk ile temizlendikten sonra lansetle delinmek suretiyle iki damla kan Whatman 3 filtre kâğıdı üzerine (her biri 1 cm çapında olacak şekilde ve kâğıdın arkasından kan görülecek şekilde) damlatılır. Bu işlem sırasında parmak filtre kağıdına değmemelidir. İsim, tarih ve numarası yazılır. Kağıtlar bir süre oda ısısında tutulup kurutulduktan sonra herbiri ayrı bir plastik torbaya konulmak suretiyle saklanır. Filtre kağıtları +4 0C'de kısa süre, -20 0C'de ise aylarca saklanabilmekte ve gerektiğinde test çalışılmak üzere başka bir merkeze posta ile gönderilebilmektedir. Test uygulanacağı zaman, filtre kağıdının üzerinde kanın bulunduğu bölgeden bir delikli zımba yardımıyla 0,5 cm çapında bir parça çıkartılır, bir tüpe konarak üzerine 200 ml serum fizyolojik eklenir ve bir gece +4 0C'de bekletilmektedir. Böylece çalışılacak örnek elde edilmekte, kullanılana kadar +4 0C'de saklanmaktadır. Bu filtre kağıdında 5 ml kan, 2,5 ml serum bulunmaktadır ve 1/80 sulandırımdadır. Eğer aynı miktar serum fizyolojiğe iki parça konursa sulandırım 1/40 olur.

İndirekt Fluoresan Antikor Testi (IFAT): Bu test, VL için uygulanmakta, sıvı besiyerlerinde çok sayıda üretilen promastigot formlar sıklıkla kullanılmaktadır. Besiyerine yapılan ekimden sonraki 7-8. günde alınan promastigotlar soğuk PBS ile 6-8 kez 1500-2000 rpm.de santrifüj edilerek çoklaştırılır. IFAT için özel lamlardaki deliklere antijen konulur ve kurutulur ve kullanılana dek -20 0C'de saklanır. Serum örneleri farklı oranlarda sulandırılarak lamların üzerindeki antijen kaplı çukurlara damlatılır. 30 dk. 37 oC'lik etüvde tutulması sonrasında 2 kez PBS ile yıkanır ve havada kurutulur. Üzerine uygun sulandırımdaki Fluoresan işaretli insan anti-serumu (konjuge) IgG damlatılarak 30 dk. 37 oC'lik etüvde tutulması sonrasında 2 kez PBS ile yıkanıp kurumadan 1/9 oranında Gliserin/PBS kapatma solüsyonu damlatılarak lamların üzeri lamel ile kapatılır. Fluoresan mikroskobunda preparatlar incelenerek pozitif olan dilüsyonlar saptanır. Mikroskopta inceleyen kişinin deneyimli olması gereklidir.

Western Blotting: Leishmaniasisde bu test daha çok araştırma amaçlı ve eriyik haldeki leishmanial antijenlerle uygulanmaktadır. IFAT ve ELISA'ya göre daha hassas olduğu kabul edilmektedir. VL hastalarının serumları 12-120 kDa arasında moleküler ağırlıktaki birçok antijeni kapsamaktadır. 14-16 kDa antijenleri leishmaniasis tanısında önem taşımaktadır.

KL Olgularında Laboratuar Yaklaşım: KL klinik tanısıyla uyumlu her olgu, parazitolojik olarak doğrulanmalıdır. Lezyonların sağlam deri ile buluştuğu kenarından alınan örneklerde parazitolojik olarak doğrulama, en sık Giemsa boyalı direkt mikroskobik bakı (Smear) veya kültür yöntemleri (NNN besiyeri) ile yapılır. Boyalı ve boyasız yayma örnekleri, kültür için alınan örnekler dahil olmak üzere alınan her örnekte parasite özgü DNA'nın saptanması ile moleküler tanı mikroskopi ve kültür yöntemlerine göre daha yüksek hassasiyet göstermektedir. Özellikle kronik ve mukozaya yayılım gösteren olgularda parazite karşı oluşan antikorların saptanması ile serolojik tanıda tanıya yardımcı olabilmektedir. Kutanöz leishmaniasis lezyonları, infekte olmuş böcek ısırıkları, piyoderma, yabancı cisim granulomu, mukobakteriyel infeksiyonlar, mantar infeksiyonları, malign ülserler, myazis, tropikal ülserler ve travmatik ülserler dahil olmak üzere çok sayıda dermatolojik hastalık ile karıştırılabileceği için ayırıcı tanıda dikkat edilmesi gerekmektedir.

Leishmaniasis Tedavisi

Türkiye'de leishmaniasis bildirimi zorunlu hastalıklar arasında olup, VL ve KL'de tedavide, ilk tercih edilen ilaç, beş değerlikli antimon bileşikleridir. Antimon bileşikleri tanı konan hastalarda Sağlık Bajkanlığı tarafından ücretsiz olarak sağlanmaktadır. Visseral leishmaniasisli hastalar interferon gamma ve pentavalan antimon kombinasyonu ile de tedavi edilebilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü, beş değerlikli antimon bileşikleriyle 20 mg antimon/kg/gün dozunda 30 gün süreyle tedaviyi önermektedir. Tedavinin her gün bir kez kas içine uygulanması özellikle çocuklarda önerilmekte, erişkinlerde ise intravenöz enjeksiyon veya infüzyon olarak uygulanabileceği belirtilmektedir. Antimon uygulanmasına bağlı hafif, orta ve çok nadir ağır yan etkiler görülebilmektedir. En çok, enjeksiyon yerinde ağrı, kas ve eklem ağrıları, iştah kaybı ve mide bulantısı gibi yan etkiler görülmektedir. EKG'de QT segmentinde değişiklikler oluşabildiği için tedavi öncesinde ve uygulanırken EKG izlemi önerilir. Çok nadir önemli aritmiler ve kalp

yetmezliği oluşabilmektedir. Hepatik ve renal toksisite riski nedeniyle bu organların fonksiyonların haftada bir izlenmesi de önerilmektedir. Hastada kalp, renal veya hepatik bir hastalık varsa, diğer ilaçların da gözönüne alınması ve tedavi sırasında dikkatlice izlenmesi önerilmektedir. Ağır anemi (Hb 5 gr/100 ml'den daha az), ağır veya uzun süren ishal, ağır mide bulantısı veya tedaviye dirençli olan olguların mutlaka hastanede tedavi edilmesi gerekmektedir. Sıtma, HIV veya tüberküloz gibi başka hastalıklar eşlik ediyorsa tedavi hastaya özel düzenlenmelidir.

Visseral leishmaniasis tedavisi süresince hastanın yataklı kurumda tedavisi ve ilaçların mümkünse uzman eşliğinde uygulanması gerekmektedir. İmkanlar kısıtlı bile olsa en kısa zamanda tedaviye başlanmasının ve VL ile birlikte ortaya çıkabilen diğer bütün hastalıkların da aynı zamanda tedavisinin yapılması gerekmektedir. Hastaya tedavi sırasında uygun besin diyeti de sağlanmalıdır. Hastanın geldiği ailede veya köyde başka hastalar olup olmadığını anlamak için hasta ve yakınları sorgulanmalı, şüpheli olan kişiler varsa gerekli incelemeler başlatılmalıdır.

Tedaviye başlamadan önce ideal olarak, klinik bulguları pozitif bütün VL olgularının parazitolojik, özgün DNA'sının pozitifliği ve/veya serolojik testlerle özgün antikor pozitifliğinin onaylanması gerekmektedir. Tedavi edilmediğinde hastalık kendiliğinden iyileşmemekte, sekonder enfeksiyonlar ve kanama gibi komplikasyonlar nedeniyle ölüm oluşabilmektedir. Tedaviye yanıt, ateşin düşmesi, iştahın artması ve hastanın kendini iyi hissetmesi şeklinde 7-10 içinde alınmaktadır. Hastanın tedavi sırasında çok iyi beslenme almasına özen gösterilmeli, vitamin ve demir preparatları eklenmelidir. Ağız hijyeninin korunarak ağız infeksiyonlarının önlenmesi ve varsa ağızdaki yaraların tedavisi, deri hijyeninin korunması ve derideki yaraların tedavisi. Ağır anemi veya trombositopeniye bağlı kanama nedeniyle kan transfüzyonu gerekli olabilmektedir. Vitamin K ağır burun kanamasında faydalı olabilmektedir. Tedavinin sonunda hastanın kilo alması, dalağının küçülmesi, son 2-3 haftadır ateşinin görülmemesi klinik düzelme olarak değerlendirilmektedir. Hemoglobin ve beyaz kan hücreleri sayısı da normal değerlerine çıkmalıdır. Dalağın büyümüş şekilde aylar hatta yıllar boyunca kalması da başarılı tedaviden sonra görülebilen bir durumdur. Bu diğer semptomların da devam ettiği anlamına gelmemektedir. Tam ve etkili tedaviden sonra immunitesi sağlam hastaların %5'inde relaps görülmektedir. Relapsın klinik

özellikleri; ateş, kilo kaybı ve artan dalak büyüklüğü olup tedavi sonrası ilk 3 ay içinde nadir olarak da 12 ay sonra meydana gelmektedir.

Antimon preparatları aşağıda belirtilmiştir;

- Pentostam (sodyum stiboglukonat) Wellcome
  İçeriği : Her ml. de 100 mg beş değerli antimon
- Glucantime (meglumin antimoniat) Rhone-Poulanc
  İçeriği : Her ml.de 85 mg beş değerlikli antimon
- Sodyum antimon gluconate (sodyum stiboguconate ile eşdeğer) Albert David Ltd, India, İçeriği : Her ml. de 100 mg beş değerlikli antimon

Beş değerli antimonlara yanıt vermeyen veya enfeksiyonun tekrarladığı olgularda tanı parazitolojik ve/veya serolojik olarak doğrulanmalıdır. Relapsların serolojik olarak doğrulanması için, tedavi öncesi ve tedavi sonrasında belirli aralıklarla alınarak uygun koşullarda saklanan serum örneklerinin paralel çalışılarak antikor düzeyindeki dalgalanmaların takibi gerekmektedir (108).

Eğer hasta, tedavi başlangıcından sonraki ikinci haftada klinik yanıt vermiyorsa veya tedavi sonrasında izlem sırasında yanıt vermediği parazitolojik ve/veya olarak gösterildiyse ikinci bir ilaç veya iki ilacın kombine kullanımı gündeme gelmektedir. İlacın tam süre uygulanmadan ara verilerek tekrar kullanımı gibi uygulamalardan kaçınılmalıdır, çünkü bu durum antimona karşı direncin oluşmasına yol açmaktadır (75).

Toksik olması nedeniyle normal dozlarda kullanılması önerilmeyen Amphotericin B'nin renal yetmezlik yan etkisi nedeniyle, tedavi sırasında renal fonksiyonlar izlenmelidir. Üre ve kreatinin'de bir artış oluşursa, doz araları uzatılabilir. Diğer yan etkileri ise ateş ve anemi olarak bildirilmiştir.

Amphotericin B'nin lipozomal kapsülasyon ile düşük dozlarda uygulanması sağlanmış (Amfoterisin B kolesterol dispersiyon, Amfotericin B lipid kompleks veya liposomal amfotericin B) ve Akdeniz ülkeleri, Hindistan ve Brezilya'da antimona dirençle birlikte ilk tercih edilen tedavi seçeneğine dönüşmüştür. Türkiye'de de genel durumu iyi olmayan, immün süprese hastalarda kullanılmaktadır. Liposomal amphotericine B (AmBisome); toplam doz 20-30 mg/kg olacak şekilde 10-20 günden fazla süreyle kullanılmaktadır., Aminosidin, Interferon-g ve

Sodyum stiboglukonat ile immunokemoterapi kombinasyonu ve Miltefosin ile oral kemoterapi seçenekleri bulunmaktadır (89, 92).

Visseral leishmaniasis için dirençli olgularda

- Pentamidin alternatif olsa da yüksek toksisitesi nedeniyle tercih edilmemektedir. Pentamidine; 2-4 mg/kg/G 10-15 gün intramuskuler enjeksiyon şeklinde kullanılır. Hipoglisemi, diabet, renal yetmezlik ve pankreatite sebep olabilmektedir.
- Beş değerlikli antimon bileşikleri ve allopurinol (20 mg/kg/gün bölünmüş dozlarda) kombinasyonu uygulanabilmektedir.
- Aminosidine (Paromomycine, Gabromicina, Farmatalia); beş değerli antimonlarla aynı etkiyi (sinerjistik) gösteren anti leishmanial aminoglikosiddir. En uygun yol, beş değerlikli antimon tedavisi ile kombine olarak bir ay boyunca 15 mg/kg/gün aminosidinin kullanılmasıdır, iki ilacın iki ayrı bölgeye ayrı injeksiyonlarla verilmesi önerilmektedir. Aminosidin renal yetmezlik yan etkisi nedeniyle üre ve kreatin düzeyleri izlenmelidir. İşitme sinirlerini etkileyerek yüksek ton sağırlığına da neden olabilmektedir.

Ağız yoluyla alınabilen, etkili, toksik olmayan ve daha ucuz bir ilaca gereksinimin duyulması, potansiyel olarak leishmaniasise etkili ilaçların araştırılmasına ve ilk olarak göğüs kanseri tedavisi için geliştirilen miltefosinin (Impavido®) anti-leishmanial ilaç olarak tanımlanmasına yol açmıştır. Miltefosine Hindistan'da VL hastalarında erişkinlerde 100 mg/gün olacak şekilde 4 hafta süreyle uygulanmıştır. Çocuklarda 2,5 mg/kg/gün'lük dozun etkili olduğu bildirilmiştir.

Miltefosine 5 değerlikli antimon, amphotericin B ve pentamidine'e oranla daha iyi tolere edilebilmekte ve ağız yoluyla alınabilmektedir. Bazı hastalarda genellikle tedavinin kesilmesini gerektirmeyen, bulantı, kusma gibi yan etkileri olabilmektedir. Karaciğer enzimleri ve kan üre düzeylerinde artış bildirilmekte, fakat tedavi devam ederken bu değerler düşmektedir. Doğumsal anomaliler için potansiyel risk oluşturduğu için hamilelik sırasında kullanılmamakta ve üretken çağdaki kadınlarda tedavi bittikten sonra da 2 ay süresince doğum kontrol yöntemi uygulanması zorunlu kılınmaktadır (38, 106)

Kutanöz leishmaniasis tedavisinde seçilmesi gereken birincil ilaç beş değerlikli antimon bileşikleridir. Eğer lezyon(lar)da herhangi bir sekonder infeksiyon yoksa hemen, eğer sekonder infeksiyon varsa öncelikle uygun

antibiyotik/antimikotik tedavisinden antimon tedavisi uygulanmaktadır. Türkiye'de KL'nin endemik olarak görüldüğü illerde tanı ve tedavi ile daha yoğun olarak ilgilenen sağlık ocakları veya merkezler bulunmaktadır. Tanısı parazitolojik olarak doğrulanmış bütün olgular tedaviye alınmalıdır. Ancak baş boyun bölgesi dışında, çapı 1 cm'den küçük ve tek olan lezyonlar gelişiminin belli aralıklarla takip edilmesi kaydıyla tedavisiz bırakılabilirler. İlk seçenek olan intralezyoner tedavi, insülin enjektörü ile uygulanır. İlaç doğrudan enjektöre çekilir. İlaç lezyonun içine intradermal olarak, lezyon tamamen beyazlaşana kadar enjekte edilir. Haftada 1 veya 2 kez olmak üzere toplam 8 doz enjeksiyon genellikle yeterlidir. Bu tedavinin tamamlanmasından 1 ay sonra yapılan kontrollerde lezyonda tam iyileşme sağlanamamış ise ikinci kür tedavi uygulanabilir.

Mukozal tutulumu olan, iyileştiğinde fonksiyon bozukluğuna yol açma riskine sahip yerleşimdeki lezyonlar (eklem bölgelerine veya göz kapağı gibi alanlarda), burun ve kulak sayvanı gibi altında kıkırdaklı dokunun bulunduğu bölgelerdeki ülsere lezyonlar, çapı 5 cm'nin üzerindeki ülsere lezyonlar, rezidivan (nüksi) ya da kronik (süresi 2 yıldan uzun) lezyonu bulunan olgular, yara iyileşmesini geciktiren kronik (Diabetes mellitus gibi) veya immun yetmezlikle seyreden hastalığı olan veya immün süpresif tedavi gören olgular ile multipl lezyonlu (Ondan fazla) olgularda sistemik tedavi tercih edilmektedir.

1.7.1.2. Phlebovirüs'ler

Kum sinekleri tarafından taşınabilen virüsler Phlebovirüs (Bunyaviridae ailesi), Vesiculovirüs (Rhabdoviridae ailesi) ve Orbivirüs (Reoviridae ailesi) cinsleri içerisinde yer alırlar. Bu Phlebovirüs'ler Akdeniz Havzası, Afrika, Hindistan, Orta Doğu ve Orta Asya'da yaygın olarak görülürler (5). Phlebovirüsler arasında, Toscana virüsü (TOSV) nöroinvaziv enfeksiyonlara neden olabilirken, diğer phlebovirüsler tipik "üç gün ateşi" veya "papatasi ateşi" hastalıklarından sorumludurlar. Phlebovirüs enfeksiyonlarının Akdeniz bölgesindeki kesin insidansı bilinmemektedir. Bununla birlikte en azından 250 milyon kişi potansiyel olarak karşılaşmaktadır (87). Santral ve periferik nörolojik sistemi özellikle tutan Toscana virüsü dışında, kum sineği ateşleri ılımlı şiddette hastalığa neden olmaları nedeniyle sıklıkla doktorların dikkatini çekmezler. Kum sinekleri ile bulaşan viral hastalıklara diğer arbo virüslere olduğundan da az bir bilimsel ilgi bulunması nedeniyle veri eksikliği oluşmakta ve kum sineği kaynaklı virüsler için kesin enfeksiyon oranlarının tahmin edilebilmesi zorlaşmaktadır. Bununla

birlikte, doktorlar, sağlık otoriteleri ve tanı laboratuvarları tarafından toplum sağlığı ve insan hastalıkları açısından önemleri anlaşılmalıdır. Kum sineği bulunan bölgelerde, insan popülasyonlarında ve evcil hayvanlarda yüksek seroprevalans oranları bildirilmektedir. Yayınlanan çalışmaların çoğu endemik bölgelerde bulunan turistler ve askerler üzerinedir. O bölgede yaşayan kişilerde nadiren dökümante edilse de, seroprevalans çalışmaları potansiyel olarak insanlarda patojen olan virüslerin anlamlı olarak dolaşımda bulunduklarını göstermektedir ve bu nedenle kum sineği kaynaklı phlebovirüslerin endemik bölgelerde yaşayan kişiler üzerine etkisi de önemsenmelidir. Son zamanlarda Batı ve Doğu Avrupa, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde kum sineği kaynaklı phlebovirüslerin öneminden bahseden makaleler bulunmaktadır (5).

Kum sineği kaynaklı phlebovirüsler Yeni Dünya'da Lutzomia sinekleri Eski Dünya'da ise Phlebotomus sinekleri ile bulaştırılır. Bu iki başlılık kesindir. Eski dünya kum sineği kaynaklı phlebovirüsleri için, ICTV şu anda iki viral türü (Kum sineği ateşi Naples, Salehabad) ve iki kesin olmayan türü (Sicilian, Corfou) tanımaktadır (5).

Sicilian virüsü: Akdeniz bölgesi, Orta Doğu, Orta Asya ve Avrupa'da endemiktir. İlk olarak, ikinci dünya Savaşı sırasında 1943'te, Albert Sabin tarafından, Mısır'da hasta askerlerin serumlarından izole edilmiştir. Daha sonra Albert Sabin Sicilya'da Amerikan Ordusu askerleri arasındaki ateşli bir salgın hastalık sırasında virüsü yine izole etmiş ve gönüllülerde çapraz immünite testleri ile iki etiyolojik ajanın identik olduğu gösterilmiştir. *Phlebotomus papatasi* vektör olarak tanımlanmıştır (5).

Naples virüsü: İlk kez, İkinci Dünya savaşı sırasında 1944'de, Naples'de, hasta bir askerin kanından izole edilmiştir. Sicilian ve Naples virüsleri arasında immünolojik ilişkinin var olmadığı önce insan çapraz immünolojik testleri ile gösterilmiş ve daha sonra nötralizasyon ve kompleman fiksasyon testleri ile doğrulanmıştır. Naples ve Sicilian virüsleri antijenik olarak çok farklı oldukları için, çapraz korunma sağlanmamış ve hastalar her iki virüs ile de enfekte olmuşlardır. Naples virüsü, Akdeniz bölgesi, Orta Doğu, Orta Asya ve Avrupa'da endemiktir. Son olarak bu endemik bölgelerde değil, Kıbrıs'ta ve Afganistan'da saptandığı bildirilmiştir, bu da önceki endemik bölgelerde dolaşımının anlamlı olarak azaldığının göstergesi olabilir. Naples virüs İtalya'da *P. perniciosus*'dan ve Sırbistan'da *P. perfiliewi*'den izole edilmiştir (5).

Toscana virüsü: Naples virüsünün yakın akrabasıdır, ilk kez orta İtalya'da 1971'de *P. perniciosus*'dan izole edilmiştir. İnsanlarda patojenitesi ilk kez Portekiz'i ziyaret edip dönen İsveç'li ve İtalya'yı ziyaret edip dönen Amerika'lılarda santral sinir sistemi (SSS) tutulumlu enfeksiyon ile gözlenmiştir. Daha sonra, aseptik menenjitli bir kadında Toscana virüs izolasyonu ile Orta İtalya'daki SSS enfeksiyonlarının önemli nedenlerinden birisi olduğu doğrulanmıştır.

Toscana virüsün diğer suşları İtalya'da *P. perfiliewi*'den izole edilmiştir. Fransa, Marsilya'da, *Sergentomyia minuta*'dan (sürüngenlerden kan emen) izole edildiğini bildiren bir yayın bulunmasına karşın yaşam döngüsüne *Sergentomyia* türlerinin dahil olup olmadığı kesin bilinmemektedir. İtalya'nın orta bölümleri dışında diğer birkaç bölgesinde de endemik olduğu, yaz aylarında nöroinvaziv enfeksiyonlara neden olduğu gösterilmiştir. İtalya ve İspanya dışında, Fransa, Portekiz, Kıbrıs, Yunanistan ve Türkiye gibi Akdeniz bölgesindeki diğer ülkelerde de endemik olduğu bildirilmiştir. Toscana virüs bugüne dek SSS tutulumu ile kesin ilişkilendirilen tek kum sineği kaynaklı virüstür (5).

Diğer kum sineği kaynaklı phlebovirüsler: Genetik ve antijenik olarak Sicilian virüsüne yakın fakat ondan farklı olan Corfou virüsü, *Phlebotomus major* kompleksi içerisindeki kum sineklerinden izole edilmiştir. Böyle Sicilian benzeri virüsler, Cezayir'de *P. ariasi*'den, Tunus'ta *P. longicuspis*, *P. perniciosus* ve *Sergentomyia minuta*'dan izole edilmişlerdir. Diğer bir Sicilian benzeri virüs, geçici olarak Kum sineği Cyprus virüsü (SFCV) denen bir insan serumundan izole edilmiştir. Yine Kum sineği Turkey virüsü de (SFTV) insan serumundan izole edilmiş ve *Phlebotomus major* kompleksi kum sineklerinde saptanmıştır.

Tüm bu Sicilian benzeri virüsler yakın antijenik ilişki göstermektedir ve bu nedenle indirekt immünofloresan (IIF), ELISA, hemaglütinasyon inhibisyon (HI) veya kompleman fiksasyon testleri (CFT) ile ayrılmaları mümkün değildir. Fransa'da Massilia virüsü *P. perniciosus*'dan ve İspanya'da Granada virüsü *Phlebotomus* spp.'den izole edilmişlerdir. Tunus'ta, Punique virüsü *P. longicuspis* ve *P. perniciosus*'tan izole edilmiştir. Tüm bu virüsler Naples ve Toscana virüslerinden genetik ve antijenik olarak yakın ilişki içerisindedir fakat ayrıdır. Aynı antijenik çapraz reaktivite problemleri bu Naples benzeri ve Toscana benzeri virüsler için de geçerlidir (5) (Tablo 4).

Tablo 4. Bunyaviridae ailesindeki virüsler

Cins	Tür veya geçici tür (ts)	Virüs
Phlebovirus	Kum sineği ateşi Naples	Naples virüsü (SFNV)
		Toscana virüsü (TOSV)
		Massilia virüsü (MASV)
		Tehran virüsü (TEHV)
		Granada virüsü (GRV)
		Punique virüsü (PUNV)
		Fermo virüsü
		Saddaguia virüsü (SADV)*
		Arrabida virüsü
		Zerdali virüsü (ZERV)
	Salehabad	Salehabad virüsü (SALV)
		Arbia virüsü (ARBV)
		Adria virüsü (ADRV)*
		Alcube virüsü
		Edirne virüsü*
		Adana virüsü (ADAV)
		Medjerda Vadisi virüsü (MVV)
	Kum sineği ateşi Sicilian (ts)	Kum sineği ateşi Sicilian virüsü (SFSV)
		Cyprus virüsü (SFCV)
		Turkey virüsü (SFTV)
		Utique virüsü*
	Corfou (ts)	Corfou virsü (CFUV)
		Toros virüsü (TORV)
		Sicilian benzeri virüs
		Girne 1 virüsü*
		Girne 2 virüsü*
		Olbia virüsü*
		Provencia virüsü*
	Karimabad (ts)	Karimabad virüsü (KARV)

* sadece moleküler olarak saptanmıştır, virüs izole edilmemiştir (87)

Phlebovirüslerin morfolojisi

Phlebovirüs'ler zarflı ve dairesel virüslerdir. Phlebovirüs cinsinin tüm üyeleri, büyük segmenti RNA'ya bağımlı RNA polimerazı, orta segmenti zarf glikoproteinlerini ve küçük segmenti çekirdek proteinlerini kodlayan 3 segmentli negatif-sense, tek zincirli RNA genomuna sahiptir. Tek zincirli RNA segmentlerinin viral polimerazın kontrol okumasının yokluğu nedeniyle yüksek mutasyon oranına sahip oldukları bilinir, böylece biriken bireysel nokta mutasyonlara bağlı genetik değişiklik oluşabilir. Üç genom segmenti de rekombinasyona katılmaktadırlar. RNA virüslerinin, modifiye

fenotipik özellikleri olan mutantların gelişimini destekleyen, olasılıkla daha yüksek virülans ve modifiye özellikler gösteren "quasispecies" (çeyrek tür) popülasyonu olarak çoğaldığı kabul edilir. Tek zincirli RNA virüslerinin rekombinasyona bağlı büyük evrimsel olaylar yaşadığı bilinmektedir; bu Bunyaviridae ailesi içindeki birçok virüs için gözlenmiştir. Üç segment için genomun organizasyonu için olasılıkla genomun tekrar sıralanması (genetik değişim) olarak yorumlanır. Genetik değişim tek bir ökaryotik hücrenin ko-enfeksiyonu sırasında iki farklı virüs suşu arasında genetik materyalin değişimi ile karakterize önemli bir evrimsel olaydır ve böylece virülan özelliği de içeren, bireysel özellikler gösteren bir virüs oluşumu ile sonuçlanır (5, 87).

Phlebovirüslerin hayat evresi

Şimdiye kadar, kum sineği ateşi virüsleri insan ve kum sineklerinden izole edilmiş ve tanımlanmışlardır. Sadece bir suş İtalya'da insan olmayan omurgalı bir hayvan yarasadan (Pipistrellus kuhli) izole edilmiştir. İnsanlara ve hayvanlara virüs bulaşımı dişi kum sineklerinin kan emmesi sırasında (Mayıs ile ekim arasında) olmaktadır. Şu ana dek insanların veya büyük omurgalıların bu virüslerin rezervuarı olduğuna dair hipotezi destekleyecek bir veri bulunmamaktadır. Genellikle bunların ölü son konaklar olduğuna inanılmaktadır ve böylece virüsün doğadaki normal döngüsünde anlamlı bir rol almadıkları düşünülmektedir. Kum sinekleri birçok omurgalıdan kan emmektedirler; soğuk kanlı hayvanlar, memeliler ve türe bağlı kuşlar. Virüsün sonbahar ve kış periyodlarındaki aktif olmayan periyodu düşünüldüğünde, bu virüslerin uzun süre hayatta kalabilmelerinin altında yatan mekanizma henüz tam açıklanamamıştır. Bu nedenle, primer rezervuar konakların, virüslerin çoğalabildiği ve çoğunlukla enfeksiyonun klinik belirtilerinin görülmediği omurgalı konaklara bulaştırılabildiği kum sinekleri olduğunun varsayılması mantıklıdır. Phlebovirüslerin sadece kan emen dişi kum sineklerinden değil, erkek kum sineklerinden de izolasyonu ve tanımlanması, kum sinekleri arasında alternatif geçiş yolları olabileceğini göstermektedir. Örneğin, eğer doğal habitatlarda transovaryal (vertikal) geçiş oluyorsa, bu geçiş mekanizmasının virüsün hayatta kalmasında, ne denli anlamlı olduğu henüz bilinmemektedir. Bununla birlikte, bu transovaryal bulaşım deneysel olarak gösterilmiştir. Laboratuvar deneylerinde, döllerin enfeksiyon oranlarının, ilk jenerasyondan sonra diğer jenerasyonlarda daha düşük olması, phlebovirüslerin doğada diğer geçiş mekanizmalarına evrildiklerine işaret olabilir. Enfekte erkeklerden çiftleşme (horizantal) yoluyla enfekte

olmayan dişilere geçiş bildirilmiştir. Toscana virüsünün diapozdaki *Phlebotomus perniciosus* larvasında sürdüğü gösterilmiş ve diapoz sırasında ve sonrasında geçiş (transstadial) etkilenmemiştir. Bu virüsün kışlamasının bir yolu olabileceği düşünülmektedir. Bu geçiş yolu *Phlebotomus argentipes* sineklerindeki, *Bacillus cereus* ve *Lysinibacillus fusiformis* bakterileri için de bildirilmiştir. Şu anda kum sineği kaynaklı phlebovirüslerin süregelmeleri ve bulaşları uygun vektör türüne ve onların bolluğuna bağlı gibi görünmektedir çünkü tanımlanmış bir rezervuar bulunmamaktadır. Virüs geçişi ve süregelmesi ile ilgili yeterli bilginin bulunmaması nedeniyle doğal habitatların araştırılması ve deneysel çalışmaların yapılması gereklidir çünkü virüsün kontrol edilebilmesi toplum sağlığı açısından ve yeni bölgelere yayılmaması açısından önem taşımaktadır. Toscana virüsü insanlar için bilinen en virülan kum sineği kaynaklı phlebovirüstür. Toscana virüsü için omurgalı bir konağın olup olmadığı sorusu önem taşımaktadır (5).

Phlebovirüs enfeksiyonlarının kliniği

Kum sineği kaynaklı phleboviral enfeksiyonlar Napolyon savaşları, Balkanlarda Avusturya komisyonu, Hindistan ve Pakistan'da İngiliz kolonizasyonundaki askerler arasında anlamlı olarak ateşli hastalık nedeni olmuşlardır. Kum sineği ateşi klinik olarak ilk kez, bölgede yaşayanlar arasında endemik olarak sık görülen ve bölgeye gelen ziyaretçiler için yüksek risk oluşturan Balkan bölgesinde Alois Pick tarafından 1886'da tarif edilmiştir. Herzegovina'da askeri kışlalarda kum sineklerinin varlığı gözlenmiştir. Daha sonra kum sineği ateşi etkeninin enfekte kum sinekleri ile bulaştırıldığı keşfedilmiş ve hastalığın ismi "papatasi ateşi", "phlebotomus ateşi" veya "üç gün ateşi" konmuştur. Hastalığın keşfi ve tarifinden sonra, son zamanlarda endemik bölgelere giden askerler arasında salgınlar tanınmış ve kum sineği ateşi ile ilgili yayınlanan makalelerin çoğu askeri dergi ve raporlarda yayınlanmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında, kum sineği ateşi, Akdeniz, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da çok sayıda İngiliz ve Alman müttefik askerini etkilemiştir. İnsan kum sineği ateşi olguları her yıl kum sineklerinin aktivite mevsiminde, onların dolaştıkları bölgelerde oluşur (Mayıs-ekim arası). Naples ve Sicilian virüslerinin enfeksiyonları klinik olarak ayırdedilemez. Üç ila beş gün süren enkübasyon süresinden sonra, başlangıç ateş, baş ağrısı, kırıklık, fotofobi, myalji ve retro-orbital ağrı ile birdenbire ve şiddetlidir. Ateş 2-3 gün sürmektedir. Hastalığın başlangıcında lökopeni gözlenebilir. Toscana virüs klinik enfeksiyonu 3-7 gün süren enkübasyon süresinden sonra, SSS'nin dahil olmadığı ılımlı ateşli

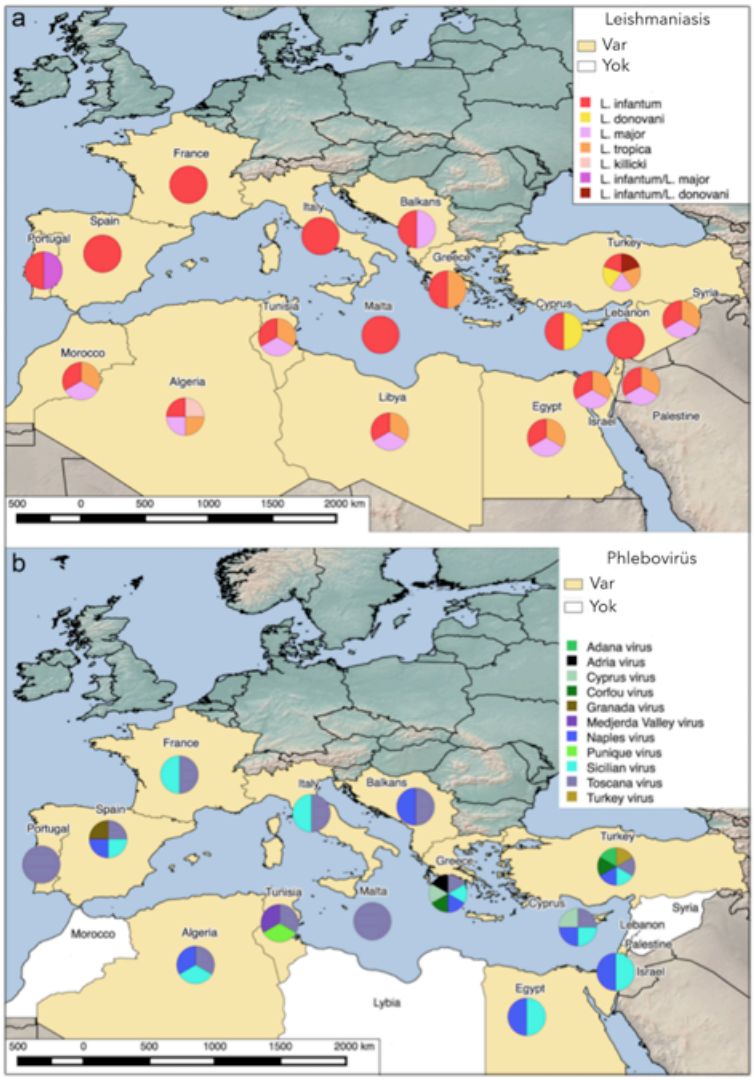
hastalık olarak başlar. Nöroinvaziv enfeksiyonlar genellikle baş ağrısı, ateş, bulantı, kusma ve myalji ile başlar. Fizik muayenede ense sertliği, Kernig bulgusu ve bazı olgularda bilinçsizlik, tremor, parezi ve nistagmus bulunabilir. Çoğu olguda BOS sıvısında normal glukoz ve protein seviyeleri ile ml'de 5-10'dan fazla hücre bulunur. Lökopeni veya lökositoz gözlenebilir. İyleşme genellikle sekelsiz yüz güldürücü olmaktadır. Ansefalit, şiddetli meningoensefalit, kalıcı kişilik değişiklikleri, nöbetlerle birlikte uzun süreli bilinçsizlik, iyileşmenin uzun sürmesi ve hatta ölümcül ansefalit olmak üzere diğer nörolojik komplikasyonlar da bildirilmiştir. Hastalığın akut dönemi sonrasında konuşma bozuklukları ve parezinin aylarca devam ettiği bildirilmiştir (5).

Phlebovirüs enfeksiyonlarının tanısı

IIF, ELISA, HI veya KF gibi serolojik testlerle uygulanan seroprevalans çalışmalarının çoğu, kum sineği ateşi Naples (Naples, Toscana, Tehran, Massilia, Granada, Punique) ve kum sineği ateşi Sicilian virüsü ile yakın ilişkili virüsler (Corfou, Utique, Cyprus kum sineği ateşi ve Turkey kum sineği ateşi virüsleri) gibi antijenik olarak ilişkili virüsleri ayırdedememektedir. Sadece nötralizasyon testlerinin kullanıldığı çalışmalarda bu yakın ilişkili virüsler özgün olarak ayrılabilmektedir (5).

Phlebovirüs enfeksiyonlarının tedavisi

Hücre kültürü çalışmalarına dayanarak, Selenazole'ün Sicilian virüsü için etkili bir inhibitör olduğu bildirilmiştir. Deneysel olarak Sicilian virüsü ile enfekte edilmiş gönüllülerde, Ribavirin enfeksiyondan bir gün önce başlanıp 8 gün boyunca 8 saatte bir 400 mg ağız yoluyla kullanılmıştır. Ribavirin ile tedavi edilen gönüllülerin hiç birisi hastalanmamıştır. *In vitro* etkinlik gösterdiği için, Sicilian virüsüne karşı insan rekombinant interferon-a ve Ribavirin kombinasyonu önerilmiştir. Interferon indüklenen MxA proteininin, viral replikasyonun erken safhasını etkileyerek Sicilian virüsünü inhibe ettiği bildirilmiştir. Diğer bir çalışmada, pirazin deriveleri T-705 ve T-1106, Ribavirine oranla daha düşük toksisite göstererek Naples virüsüne karşı *in vitro* aktivite göstermiştir.



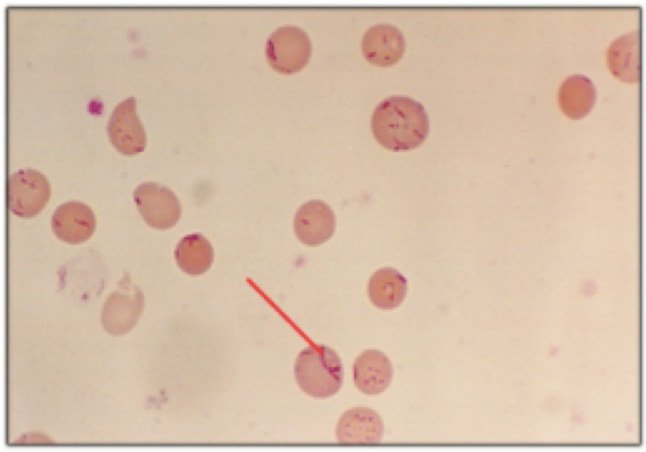
Şekil 21. Kum sineği ile bulaşan patojenlerin neden olduğu insan enfeksiyonlarının Akdeniz bölgesinde konumsal yayılımı. a. Akdeniz bölgesinde otokutanöz insan leishmaniasisi. Serolojik, *Leishmania* izolasyonu ve/veya PZR yöntemleri ile insan leishmaniasis tanısı konan ülkeler sarı ile gösterilmiştir. Diagramlar insan olgularından izole edilen ve/veya tanımlanan *Leishmania* türünü göstermektedir. b. Akdeniz bölgesindeki otokutanöz insan phlebovirus enfeksiyonu. Serolojik, Phlebovirüs izolasyonu ve/veya PZR yöntemleri ile insan Phlebovirüs enfeksiyonu tanısı konan ülkeler sarı ile gösterlmiştir, beyaz alanlar phlebovirüs enfeksiyonunun hiç görülmediği ülkeleri göstermektedir. Diagramlar insan olgularında izole edilen ve/veya tanımlanan Phlebovirüs türünü göstermektedir, diyagram olmadığında, tür tanımlamasının henüz yapılmadığı anlaşılmaktadır. Haritalar açık software kaynakları kullanılarak oluşturulmuştur, QGIS 2.12. (5).

1.7.1.3. *Bartonella bacilliformis*

Bartonella cinsi içerisinde sınıflandırılan *Bartonella bacilliformis* türü, kan emen artropodların sokmasıyla bulaşan gram negatif, fakültatif, hücre içi, aerobik kokobasil bakteridir. Riketsiya ve Brucella ile aynı alfa-proteobakteri grubunda yer almaktadır. *Bartonella* cinsi içerisinde, konağa adapte olan farklı derecelerde patojenite gösteren 31 tür bulunmaktadır. *Bartonella*'nın tüm türleri arasında, insanı enfekte eden *Bartonella bacilliformis* (*B. bacilliformis*) Güney Amerika'da görülen ve tedavi edilmeyen olgularda %88'e varabilen ölüm oranları ile en virülan olanıdır (19, 94).

Bartonella bacilliformis'in morfolojisi

Bartonella bacilliformis, *Bartonella* cinsi içerisindeki türler arasında en kısıtlı genoma sahip olanlardan birisidir. Karşılaştırmalı genomik yaklaşımla bu hücre içi patojenin büyük oranda mutasyon yoluyla şekillendiğini göstermiştir. Yayınlanan genomların analizine göre, önemli genler birçok alt tür oluşumu ile sonuçlanan yüksek mutasyonal ayrılık göstermektedir. Alt tür oluşumunun, mutasyon ile oluşan ara formlar ile son zamanlarda oluştuğu düşünülmektedir. Toplam 67 rekombinant olmayan önemli genler (fonksiyon kategorileri: DNA onarımı, glukoz metabolizması, ATP-bağlanma) adaptif mutasyonel kümelenme yoluyla evrilme için aday olarak gösterilmişlerdir. Bu kümelenme genler ve onların kodladığı fonksiyonlar düzeyinde, *B. bacilliformis*'in tek bir klonunda küçük ayrılıklar bulunduğunu, ancak toplamda klonların bilinen adaptif süreçlerle evrimini göstermektedir (94).



Şekil 22. Giemsa boyalı kan yaymasında *Bartonella bacilliformis* (1000x büyütme). Eritrosit içi basil ve kokois şekiller (19).

Bartonella bacilliformis'in tanısı

Giemsa boyalı kan yaymalarında eritrosit içi bakterilerin mikroskopta görülmesi ve kan kültürü ile tanı konmaktadır (Şekil 22). Akut ve kronik *Bartonella bacilliformis* enfeksiyonunda ucuz ve şu anda uygulanan tanı yöntemleri düşük sensitivite ile yetersiz kalmaktadır. Polimeraz zincir reaksiyonu gibi potansiyel olarak daha yüksek sensitivite gösteren yöntemler ise daha pahalı ve daha düşük hassasiyete sahiptir. PCR kullanılan yöntemler daha yüksek hassasiyete sahiptir (19).

Bartonellosis kliniği

Carrion hastalığı Dünya Sağlık Örgütünün, eliminasyonunun gerekli olduğu hastalıklar için kabul ettiği kriterlere uymaktadır. Hastalık iki farklı klinik fazda gelişmektedir. İlki, akut hemolitik faz, Oroya ateşi olarak ta bilinmekte, ateş ve solukluk ve halsizlik gibi hemolitik bulgular ile karakterizedir. Bu faz tedavi edilmeyen olgularda, %44 ile %88'e varabilen yüksek mortaliteye neden olabilmektedir. Sonrasındaki döküntülü faz "verruga peruana" olarak bilinmektedir ve klasik olarak akut hastalıktan haftalar aylar sonra oluşur. Kanlı seröz sıvı içeren, miliyer veya nodüler deri lezyonları ile karakterizedir. Akut fazda en sık görülen komplikasyon çoğunlukla *Salmonella* ile oluşan fakat *Toxoplasma*, *Histoplasma* ile de oluşabilen sekonder enfeksiyonlardır. Hematolojik, gastrointestinal, kardiyovasküler ve nörolojik komplikasyonlar da tarif edilmiştir. Hamilelikte, trans-plaental geçişin oluşabildiği bilinmektedir ve enfeksiyon prematüre doğum ve anne ölümlerine neden olabilir. Endemik bölgelerde çocukların en çok etkilenen grup olmasının nedeninin tekrarlayan enfeksiyonlarla koruyucu bağışıklığın gelişimi olabileceği de tahmin edilmektedir. Kronik hastalarda, ateş, solgunluk, halsizlik, eklem ağrısı, baş ağrısı, iştahsızlık, kusma, öksürük, sarılık, baş dönmesi, diyare, dehidratasyon, malnutrisyon, döküntü bulguları bildirilmiştir (19).

Bartonellosis'te tedavi

Endemik ülkelerde Sağlık Bakanlığı tarafından 1998'de yayınlanan tedavi rehberi 3 farklı tedavi seçeneğini içermektedir; akut, komplike olmayan hastalık için kloramfenikol önerilmektedir. Akut komplike hastalık için Penicillin G eklenir fakat 72 saat sonra gelişme gözlenmezse kinolon ile değiştirilebilir ve nörolojik bir bulguda deksametazon eklenir; kronik hastalıkta streptomisin veya rifampisin önerilmektedir. Sağlık Bakanlığı'nın 2006 yılındaki rehberinde, Azitromisin kronik hastalık için ilk seçenek olarak değiştirilmiştir. Son rehberde ise rifampisin (kronik hastalık için şu anda ikinci seçenek) 14 günden 28 güne uzatılmıştır (19).

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

Hastalık etkenlerini taşıyabilen artropod vektörlerle mücadelenin genel amacı hastalık bulaşım döngüsünü kırmaktır. Bu nedenle hastalığın kontrolü, döngüde yer alan bütün unsurlarla ilgili olarak alınabilecek önlemleri kapsamalıdır.

Gerek leishmaniasis gerekse ilgili viral hastalıkların azaltılmasındaki en etkili strateji de özellikle insanların bulunduğu alanlarda kum sineklerinin kontrolüdür. Bunun için aşağıda da açıklanacağı üzere çok sayıda yöntem bulunmakta, alanın özelliğine, hedeflenen vektör türün davranış biçimine ve maliyet-etkinlik oranına göre genelde birden fazla yöntemin entegre şekilde uygulanması önerilmektedir (4, 80, 114, 118).

2.1. Kültürel ve Fiziksel Kontrol

En önemli kültürel kontrol, kum sineklerinin üremelerine neden olabilecek alanların (nemli toprakta bulunan gübrelik, bitki döküntüleri, organik atıklar, çöpler) ve erginlerin davranışlarına ait bilgilere yönelik eğitimin verilmesidir. Ek olarak, taşıdıkları patojenlerin neden olduğu hastalıkların yapılacak eğitimlere eklenmesi ve böylelikle hastaların ve rezervuar hayvanlarındoğru tanı ve tedavileri sağlanarak kum sineklerinin patojen organizmayı alabileceğikaynakların azaltılması da çok önemlidir.

Ülkemiz de dâhil olmak üzere sıtmanın eradike edildiği ülkelerde başarının en önemli nedenlerinden biri hastaların azaltılmasıdır. Hasta sayısının azaltılması vektörlerle hastaların bir araya gelme olasılığını azaltacağından kum sineklerinin vektörlüğünü yaptığı hastalıkların olgu sayılarının azaltılması da kum sinekleri ile patojenlerin bir araya gelme olasılığının azalmasına neden olacaktır.

Gelişme alanı olabilecek duvar çatlaklarının onarılması, sıva yapılması, duvar dip kısımlarına süpürgelik yapılması, badana yapılması, organik atıkların düzenli toplanması, çimlerin düzenli biçilmesi gibi yöntemlerde mücadelede başarıyıarttırmaktadır. Yine kum sineklerinin gündüzleri dinlendikleri mekânların, evlerin, sığır barınaklarının ve tuvalet duvarlarındaki yarık ve çatlakların yerden itibaren en az 2 metreyukarıya kadar kireç ve çamur karışımı ile sıvanması, duvarlara ve zemine yaklaşık 20 cm genişliğinde çimentodan süpürgelik yapılması mücadelede fayda sağlar (21, 76).

Çevresel olarak yapılacak fiziksel düzenlemelerde ekolojik duruma ve çevreye yapılacak etkiye dikkat edilmelidir.

2.2. Bireysel Kontrol

2.2.1. Cibinlikler

Sıtma gibi vektör kaynaklı hastalıkların yaygın olarak görüldüğü alanlarda tülden yapılmış cibinliklerin sivrisineklerden korunmak için kullanılması oldukça etkili ve ucuz bir yöntemdir. Bazı durumlarda cibinliklerin insektisit çözeltilerine batırılıp kurutulduktan sonra asılarak kullanılmasıda başarıyı arttırmaktadır. Cibinlik kullanılması genellikle sadece uyku uyuma zamanlarında olduğu için, normal aktivite gösterilen akşam saatlerinde cibinlik kullanılmadığından sadece uykuda ısırılma olasılığını azaltmaktadır.

Sivrisineklere karşı kullanılan cibinliklerdeki gözeneklerin geniş olması sebebiyle kum sinekleri bu gözeneklerden geçebilmekte ve kan emme davranışı gösterebilmektedir. Bu sebeple kum sineklerine karşı korumada daha küçük gözeneklere (4-5 mm^2 den küçük) sahip cibinliklerin kullanılması gerekir.

Cibinliklere sentetik piretroit ürünler olan deltamethrin, alpha-cypermethrin, lambda-cyhalothrin ve permethrin aktif maddelerinin emdirilmesinin değerlendirildiği çok sayıda araştırmada piretroitlerin kum sineklerine karşı cibinliklerin kullanımında etkinliği arttırdığı ve 20 yıkamaya kadar etkinliği koruyabildiği rapor edilmiştir.

Kum sineklerinin deltamethrin'e karşı oldukça duyarlı olduğu ve deltamethrin etkinliğinin 3 ay veya daha uzun süre olabildiği bildirilmiştir (86).

Elnaiem ve ark. (33) lambdacyhalothrin'in 10 mg ai/m^2 dozunda uygulandığı cibinliklere 30 saniye temas eden kum sineklerinin tamamının bir saat içerisinde öldüğünü bildirmişlerdir.

Yine Elnaiem ve ark. (32) tarafından laboratuvar ve arazi koşullarında permethrin'in 0,5 mg ai/m^2 dozuyla muamele edilmiş cibinliklere 3 dakika temas eden *P. papatasi* bireylerinin tamamının 24 saat içerisinde öldüğü bildirilmiştir.

Günümüzde hazır insektisitli cibinlikler bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü kullanılabilecek bu cibinliklerin etkinliklerine dair yapılan araştırmaları izlemekte ve tavsiye edilenleri bildirmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Dünya Sağlık Örgütü tarafından tavsiye edilen insektisit emdirilmiş cibinlikler-2014 (http://www.who.int/whopes/Long_lasting_insecticidal_nets_06_Feb_2014.pdf) (Erişim: 20 Şubat 2017)

Ürün adı	**Etken Madde**	**Ürün tipi**	**DSÖ tavsiye durumu**
DawaPlus® 2,0	Deltamethrin	Polyester üzerine kaplanmış	Geçici
Duranet®	Alpha-cypermethrin	Polietilene entegre edilmiş	Tam
Interceptor®	Alpha-cypermethrin	Polyester üzerine kaplanmış	Tam
LifeNet®	Deltamethrin	Polipropilene entegre edilmiş	Geçici
MAGNet™	Alpha-cypermethrin	Polietilene entegre edilmiş	Tam
Olyset Net®	Permethrin	Polietilene entegre edilmiş	Tam
Olyset® Plus	Permethrin ve PBO	Polietilene entegre edilmiş	Geçici
PermaNet® 2,0	Deltamethrin	Polyester üzerine kaplanmış	Tam
PermaNet® 3,0	Deltamethrin ve PBO	Üst kısmı Polietilene entegre edilmiş; güçlendirilmiş kenarlı yan panelleri ise polyester üzerine kaplanmış	Geçici
Royal Sentry®	Alpha-cypermethrin	Polietilene entegre edilmiş	Tam
Yorkool® LN	Deltamethrin	Polyester üzerine kaplanmış	Tam

Adana'daşark çıbanı için endemik olan bir alanda yapılan ve uzun ömürlü insektisit emdirilmiş bir cibinliğin (Olyset® Plus) kullanıldığı bir çalışmada bir yıl cibinlik kullanan köydeki KL insidansının %4,78'den %0,37'ye düştüğü, cibinlik kullanılmayan kontrol köyündeki insidansın ise %3,67'den %4,69'a çıktığı saptanmıştır (46).

Hastalığın azaltılmasındaki etkinliği sadece ülkemizde değil diğer endemik bölgelerde de (34, 53) kanıtlanmış olmasına karşın ülkemizde bugün için insektisit emdirilmiş cibinlikler, şimdiye dek ruhsat alınmadığı için bulunmamaktadır.

Kimyasallarla muamele edilmiş cibinlikler özellikle kapalı alanlarda oldukça yüksek koruyucu özelliktedir. İnsektisit emdirilmiş cibinliklerin direk güneş ışınlarına maruz kalmaları etkinliklerinin azalmasına neden olabileceğinden serin ve iyi havalanan ortamlarda saklanmaları önerilmektedir (57).

Kenya'da yapılan bir araştırmada 0,5 gr/ai m^2 permethrin uygulanmış perdelerin ev içlerinde kullanımının iç mekanlarda kum sineği sayısını azalttığı bildirilmiştir (10). Benzer şekilde İran'da kum sineklerine karşı deltamethrin emdirilmiş perdelerin kullanıldığı bölgelerde şark çıbanı vakalarının oranı azalmıştır (91).

2.2.2. Bitkisel Ürünler ve Kovucular (Repellentler)

Özellikle sivrisineklere karşı etkin şekilde kullanılan DEET (diethyltoluamide) kum sineklerine karşı kovucu (repellent) etkisi en fazla çalışılan aktif maddedir. Farklı araştırmacılar tarafından değişik oran ve sürelerde etkinliği bildirilmiştir.

Vektörlerde ortaya çıkan direnç ve insektisitlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri nedeniyle araştırmacılar bitkilerden elde edilen ekstrakt ve yağların böcekler üzerindeki etkilerini araştırmaya yönelmişlerdir (44). Bu çalışmaların bir bölümünde bazı bitkisel yağların kum sinekleri üzerindeki kovucu ve öldürücü özellikleri araştırılmıştır.

Sekiz farklı bitki türünden elde edilen uçucu yağların bir kum sineği türü olan *Lutzomyia (Lut.) migonei* türü üzerindeki repellent etkisi araştırılan bir çalışmada *Piper marginatum* ve *Cinnamomum zeylanicum* yağlarının sekiz bitki yağı arasında kovucu etkisi en yüksek olan yağlar olduğu bulunmuştur (90).

DEET dışında farklı kovucuların da (Indalone, Citrony) kum sineklerine karşı etkin olduğu tespit edilmiş, %5-10 arasında aktif madde içeren ürünlerin 1-4 saat arasında kovucu etkilerini koruduğu rapor edilmiştir. Hindistan'da Neem yağının elektromat cihazlarla ısıtılması yoluyla çalıştırılması ile kontrol gruplarına kıyasla cihazların çalıştırıldığı odalarda daha az kum sineği tespit edilmiştir (28).

Yine Sharma and Dhiman (105) %2 neem yağının gerek arazi koşullarında gece boyunca *Phlebotomus*(*P.*) *argentipes* türüne, gerekse laboratuvar koşullarında 7 saat süresince *P. papatasi* türüne karşı repellent etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Citronella, linalool, ve geraniol içeren mumların %24,7-79,7 arasında değişen oranlarda kovucu özellik gösterdiği bildirilmiştir (88).

İran'da ülkemizde Mersin bitkisi (*Myrtus communis*) olarak bilinen bitkiden elde edilen uçucu yağın *P. papatasi* üzerinde hem repellent hemde öldürücü özellikte olduğu bildirilmiştir (120, 121).

Cymbopogon citratus ve *Tagetes minuta* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *Phlebotomus duboscqi* türü üzerinde yüksek sevide repellent etkili olduğu rapor edilmiştir (67).

Ülkemizde farklı oranlarda (genellikle %5-20 arasında) DEET etken maddesini içeren repellent etkiye sahip sprey ve solüsyonların sivrisinekler başta olmak üzere kene ve kum sineklerine karşı korunmak için ruhsatlandırıldığı görülmektedir.

Genellikle kan emen arthropodların aktif olduğu saatlerde 2-4 saat aralıklarla kullanılması tavsiye edilen bu ürünlerin 2 yaş altındaki çocuklarda kullanılması uygun görülmemektedir.

Ayrıca bitki kökenli olarak ökaliptus ve menthol gibi ürünleri içeren formülasyonlar da ruhsatlandırılmaktadır.

2.2.3. Yapışkan tuzaklar

Kum sineklerinin kontrolünde aktif olarak kullanılabileceği düşünülmeyen yapışkan tuzaklar sadece bölgesel popülasyon büyüklüğünün tespitinde ve tür kompozisyonlarının belirlenmesinde araştırma amacı ile kullanılabilirler. Yüksek nem oranına sahip ortamlarda yapışkan tuzakların etkinliği azalabilmektedir.

2.2.4. Köpek tasmaları ve topikal uygulamalar

Kum sineklerinin kentsel alanlarda konak olarak tercih ettikleri hayvanların başında köpekler gelmektedir.

İnsektisit emdirilmiş köpek tasmaları kum sineklerinin konakları üzerinde beslenmelerini engellemekte/caydırmakta, kovmakta ve bazıları öldürücü özellik göstermektedir.

Dünyanın birçok bölgesinde (Örn: Fransa, İran) köpek tasmalarının altı aydan bir yıla kadar değişen sürelerde etkin olduğu görülmüştür (24, 47, 65).

Köpekler üzerine noktasal olarak damla şeklinde uygulanan permethrin ve imidacloprid topikal ürünlerinin köpekleri bir aya kadar koruduğu gösterilmiştir (84).

Jalilnavaz ve ark. (52) tarafından yapılan bir araştırmada flumethrinin damlatma yoluyla köpekler üzerine uygulanması sonucunda bu köpeklerden kan emen kum sineklerinde 2,5 aya kadar %90-100 arasında değişen oranlarda ölüm kayıt edilmiştir.

Leishmaniasis açısından endemik alanlarda bu uygulamaların hem sağlıklı hem de hasta köpeklere yapılması önerilir.

Bu tasma veya topikal ürünlerin *Leishmania* ile enfekte köpeklere uygulanması ile kum sineğinin hasta köpekten paraziti alması; sağlam köpeklere uygulanması ile de olası enfekte bir kum sineğinin paraziti sağlam köpeğe bulaştırması engellenebilmektedir.

Ülkemizde bu tasma ve topikal ürünlerden bulunmaktadır.

2.2.5. Kemirgen (Rezervuar) mücadelesi

Konak olarak kemirgenleri, gelişim ortamı olarak kemirgen dışkı ve kemirgen yuvalarını tercih eden türlerle mücadelede kemirgen yuvalarının tahrip edilmesi ve kemirgenlere yönelik mücadele yapılması başarı sağlamaktadır.

Bu amaçla akut ve kronik etkili rodentisitlerin kullanılması ile kemirgen tuzaklarının kullanılması yaygın olarak görülmektedir.

Kum sineği probleminin görüldüğü konut, barınak vb. alanların etrafında 500 m çapındaki alanda kum sineği aktivitesinin başladığı bahar ayları itibariyle çeşitli rodentisitler kullanılarak kemirgen mücadelesinin yapılması, kum sineği kaynaklı hastalıkların azalmasında önemli rol oynadığı bildirilmektedir (119).

2.3. Larvasitler ve uygulamaları

Kum sineklerinin larva mücadelesi oldukça zor hatta hemen hemen imkansızdır. Sucul ortamlar dışında hemen hemen her uygun neme sahip habitatta gelişim gösterebilen larvaları doğrudan belirlemek ve uygulama yapmak çok zordur.

Örneğin sivrisinek larvasında su, ev sineği larvasında gübre ve çöplük gibi üreme kaynağında yüzlerce ve bazen binlerce larva bir arada bulunabilmektedir. Ancak kum sineği larvalarını bir alanda bir arada örneklemek imkânsız gibidir.

Dünya genelinde sadece bu alanda araştırma yapan araştırmacılar dahi laboratuvar kültürleri oluşturma sırasında doğadan topladıkları erginleri

kültüre almaya çalışmakta, uygun sıcaklık ve nem koşullarında, deney hayvanlarından emdirilen kanlarla kültür oluşturmaktadırlar.

Oldukça hassas olan erginler birkaç gün içerisinde ölebilmekte, laboratuvar koşullarında larva ve pupa gelişim ortamlarında erginleşme oranı sıcaklığa bağlı olarak farklı türlerde değişkenlik göstermektedir.

Guzman ve Tesh (45) tarafından laboratuvar koşullarında yapılan araştırmalarda üç farklı yakarca türünün laboratuvar ortamında erginleşme oranları araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre 15 ve 28 ^{0}C arasındaki altı farklı sıcaklıkta yetiştirilen *P. papatasi* için maksimum %57,8; *P. perniciosus* için maksimum %58,9; *Lutzomyia longipalpis* için maksimum %47,9 oranında ergin çıkışı gözlenmiştir.

Ayrıca laboratuvar koşullarında larva elde edilse dahi larvasit denemelerinin gerçeği yansıtabilmesi, biyotik ve abiyotik faktörlerin etkinliğinin tam olarak belirlenebilmesi için arazi koşullarında yapılması gerekmektedir. Uygulama yapılan alanlara bırakılan larvalar birkaç gün içinde kendiliğinden ölebilmekte, hayvan dışkıları içerisinde izlenmeleri güçleşmekte, en az 2-3 hafta gelişim gösterebildikleri alanlarda sayımları küçük olmaları ve ortamda fungus oluşumu sebebiyle imkânsız hale gelebilmekte ve kontrol gruplarında çok fazla ölüm meydana gelmektedir. Bu durum arazide larvasit denemelerini yapılmasının ne kadar imkânsız olduğunu ve sonuçlarının ne kadar güvenilir olabileceğini açıkça göstermektedir. Bu sebeple sivrisinek ve ev sineği gibi zararlıların kontrolünde kullanılan larvasitlerin gerek laboratuvarda gerekse doğada kum sineği mücadelesinde başarı ölçütlerini ve etkinliğini belirlemek neredeyse imkânsızdır.

Larva mücadelesinde kullanılan ürünler sivrisinek ve ev sineği mücadelesinde oldukça başarılı ürünler olarak görülmektedirler. Ancak birçok literatürde de açıkça belirtildiği gibi kum sineklerinin larvalarını doğada üreme kaynaklarında tespit etmek, çok sayıda bireyi bir arada bulabilmek, larva mücadelesinde kullanılan ürünleri larvalara ulaştırmak zor olduğu için Dünya Sağlık Örgütü gibi birçok kurum özellikle erginlere yönelik yapılacak çalışmaları önermektedir. Yapılan bir araştırmada altı ton toprak içerisinde sadece 150 adet larva tespit edilmiştir (98). Doğadan larvanın ilk tespiti 1900'lü yılların başına gitmektedir (43).

Larvaların gelişim alanları ergin bireylerin görüldüğü alanlara yakın olmakla birlikte üreme ve gelişme kaynağı olabilecek alanlar üzerine

bırakılan tuzaklarda sınırlı sayıda ergin yakalanabilmektedir (37). Bazı kum sineği türlerine ait (*P. papatasi*) larvalarının kemirgen yuvalarında kemirgenlerin dışkıları içerisinde beslenerek geliştiği saptanmıştır (81, 115).

Bu davranışın böcek gelişim düzenleyicileri (kitin sentez inhibitörleri ve juvenil hormon analogları) gibi ürünleri kemirgenlerin besinlerine veya sularına ekleyerek kum sinekleri ile mücadele edilebileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.

Laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen denemelerde oldukça başarılı olarak görülen bu uygulamanın, arazi koşullarında yapılacak yeni araştırmalarla etkinliğinin belirlenmesi gerekmektedir.

Laboratuvar koşullarında 8,97- 89,7 ve 897 ppm diflubenzuron ve 9,88- 98,8 ve 988 ppm novaluron dozlarına maruz bırakılan hamsterlardan elde edilen dışkılarda kum sinekleri larvalarının (2. Evre- yaklaşık 13 gün yaşında) gelişip gelişmediğine bakılmış ve tüm dozlarda %100 ölüm tespit edilmiştir.

Diflubenzuron ve novaluron uygulanmayan kontrol gruplarından elde edilen dışkılarla beslenen bireylerde ise erginleşme oranı oldukça yüksek değerlerdedir (77, 78).

Kemirgen besinlerine eklenen juvenil hormon analogları methoprene (9,788-97,88 ve 978,8 ppm) ve pyriproxyfen (9,82- 98,2 ve 982 ppm) kullanılarak yapılan benzer denemelerde pyriproxyfen tüm dozlarda %100 etkili görülürken, methoprene'nin en düşük dozunda %96 başarı sağlanmış, diğer üst dozlar %100 etkili bulunmuştur. Sonuç olarak, pyriproxyfen'e maruz kalan tüm larvalar pupalaşmadan ölürken, methoprene maruz kalan larvalarda pupalaşma ve erginleşme görülmüştür (82).

Kum sineği larvalarının kemirgen yuvalarında dışkılarla beslenmeleri belirlenmiş olmasına rağmen, larvasitlerin etkinliğinin belirlenmesinin kemirgen yuvalarının kompleks yapı gösterilmesi, galeriler içermesi nedeniyle pratikte yapılmasının mümkün olamayacağını ortaya koymaktadır.

Ayrıca larvaların doğada bulunma olasılığının zor olması larvasit etkinliğinin değerlendirilmesinde sorun teşkil etmektedir.

Yaptığımız literatür çalışmalarında açık alanlarda direk üreme alanı olabilecek noktalarda yapılan larvasit uygulamalarının etkinliğinin değerlendirilmesi yönünde çalışma tespit edilememiştir.

2.3.1. Bakteri preparatları

Gerek erkek gerekse dişi kum sinekleri enerji kaynağı olarak genellikle bitki öz suları gibi şekerli karışımları tüketmektedirler. Laboratuvar ortamında kum sineklerinin erginlerinin (*P. duboscqi* ve *Sergentomyia schwetzi*) şekerli su (sükroz) içerisinde *Bacillus sphaericus* ile beslenmeleri bu bireylerden elde edilen larvaların önemli düzeyde ölümüne neden olmuştur (101).

Pener ve Wilamowski (95) laboratuvar koşullarında *P. papatasi*'nin farklı yaşlardaki larvalarında larva besi ortamına eklenen *B. sphaericus*'un etkinliğini araştırmıştır. Elde ettikleri bulgulara göre *B. sphaericus* 13±2 ve 20±2 günlük larvalarda yüksek öldürücü etkiye sahip iken, 30±2 günlük larvalarda öldürücü etki gözlenmemiştir.

Wermelinger ve ark. (113) yaptıkları bir araştırmada *Lut. longipalpis*'in üçüncü evre larvaları üzerinde *B. sphaericus*'un kontrol grubu ile kıyaslandığında istatistiksel olarak etkin olmadığını bildirmiştir.

Bacillus thuringiensis var. *israelensis*'in laboratuvar koşullarında farklı konsantrasyonlarının früktoz ve glikoz ile karıştırılarak ergin sineklere, larva besi ortamına karıştırılarak larvalara karşı etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre özellikle ergin mücadelesinde kullanılması önerilmiştir (111).

Yapılan bu çalışmaların birçoğunda başarı oranları larvaların boyutlarının çok küçük olması, besi yerinde kısa sürede fungus üremesi gibi nedenlerle larva ölümlerinden ziyade canlı pupa oranları dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Laboratuvar denemelerinden elde edilen bulgular geç evre larvaların daha dayanıklı olduğu yönündedir.

Arazi koşullarında yapılmış herhangi bir deneme tespit edilememiştir.

2.4. Sistemik ürünler ve Zooprofilaksi

Vektör artropodları insanlardan farklı bir konağa yönlendirmek için hayvanların kullanılmasına zooproflaksi denilmektedir.

Konutlar etrafında tavşan yuvaları bulunan evlerin iç mekânlarında bulunan kum sineklerinin sayısı, etrafında tavşan yuvası bulunmayanlara göre daha azdır.

Tunus'ta yaptıkları bir araştırmada Chelbi ve ark. (18) eğer tavşan yuvalarındaki dışkılar temizlenirse konutlar içerisine giren kum sineği

sayısında bir artış görüleceğini, bu sebeple tavşanların kullanabileceği aktif delikler oluşturarak oluşturulan nişlerin kum sineklerinin konak olarak tavşanlara yönlenmesine neden olacağını ve bu sayede insanlardan uzak tutulabileceğini bildirmişlerdir.

Tavşan yuvaları kum sinekleri için uygun üreme kaynakları olmakla birlikte, tavşanlar *Leishmania major* için rezervuar değildir.

Yazarlar *P. papatasi*'nin konut içlerindeki sayısının azaltılması ve bu yolla *Leishmania major*'un kırsal alanlarda bulaşının azaltılabilmesi için zooproflaksinin kullanılabileceğini önermektedirler.

Konak canlılar olan kemirgenler, sığırlar ve köpeklerin ya beslenmeleri yoluyla ya da direkt enjeksiyon ile vücutlarına çeşitli insektisitler verilmekte ve bu canlılar üzerinde beslenen dişi sineklerin ve dışkılarda gelişen larvaların ölüm değerlerine bakılmaktadır.

Genellikle laboratuvar koşullarında kontrollü olarak yapılan araştırmalarda sistemik etkili ürünlerin konakların dolaşım sistemine geçtiği, bu konaklar üzerinde beslenen dişi kum sineklerinin kısa sürede öldüğü rapor edilmiştir (54).

Örneğin; besin yoluyla hamsterlere verilen fipronil'in kemirgenler üzerinde beslenen ergin dişi kum sinekleri (*P. papatasi*) üzerinde 49 gün toksik etkili olduğu, yine fipronil'e maruz kalmış kemirgenlerin dışkıları ile beslenen kum sineği larvalarının 21 gün boyunca yüksek düzeyde öldüğü belirlenmiştir (83).

Sığırlara ağız yoluyla verilen bir doz fipronil 21 gün süresince *P. argentipes* larva ve erginlerinde %100 ölüme neden olmuştur (99).

Mascari ve Foil (81) tarafından yapılan bir çalışmada 9 gün boyunca 20 mg/kg dozunda Ivermectin ile beslenen kemirgenlerde, beslenmenin ardından 7 gün boyunca kan emen dişi kum sineklerinin tamamının öldüğü rapor edilmiştir.

Rattus rattus (Rodentia: Muridae) bireylerinin diflubenzuron, eprinomectin, fipronil ve ivermectin aktiflerinden herhangi biri ile beslenmeleri sonucunda, bu kemirgenlerden elde edilen dışkılarda beslenen *P. argentipes* larvaların 20 gün içerisinde tamamının öldüğü bildirilmiştir (51).

Arazi koşullarında kemirgenlere %0,005 şeklinde tek doz halinde fipronil'in uygulanmasının 6 haftaya kadar *P. papatasi* popülasyonlarında %80 azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (27).

2.5. Ergin öldürücüler

2.5.1. Rezidüel uygulamalar

Ergin kum sinekleri sivrisinek mücadelesinde kullanılan sentetik piretroit grubu insektisitlere oldukça duyarlıdırlar. Dünya Sağlık Örgütü yayınlarında sivrisinekler için önerilen rezidüel dozların kum sinekleri üzerindede başarılı olacağı bildirilmiştir (117).

Kum sineklerinin kısa mesafelerde sık sık yüzeylere konarak uçma davranışı göstermeleri nedeniyle evlerin ve hayvan barınaklarının iç ve dış duvar yüzeylerinin rezidüel insektisitlerle spreylenmesi en etkili mücadele yöntemlerinden biridir.

Sivrisinek ve ev sineği (*Musca domestica* L.) erginlerine karşı kullanılan ürünlerin kum sinekleri üzerindeki etkinliği hakkında çok sayıda çalışma bulunmaktadır.

Hindistan'da DDT ve benzene hexachloride (BHC)'nin evlerde ve hayvan barınaklarında kullanımının 8 aya kadar kum sineğinin etkin ergin kontrolünü sağladığı bildirilmiştir (39). Yine Hindistan'da sıtma vektörü *Anopheles* cinsi sivrisineklerin mücadelesi amacıyla kullanılan malathion'un *P. argentipes* popülasyonlarını 8-9 ay süresince baskıladığı bildirilmiştir (93).

Suudi Arabistan'da ev sineği ve sivrisinek mücadelesi amacıyla kullanılan diazinon, diclorvos ve resmethrin'in *P. papatasi* popülasyonları azalttığı rapor edilmiştir (13). Bolivya'da deltamethrin'in 25 mg ai/m^2 dozunda evlerin ve hayvan barınaklarının iç ve dış duvarlarına uygulanmasının kum sineklerinden *Lutzomyialongipalpis* türünün 9-10 ay ortadan kaybolmasına neden olduğu bildirilmiştir.

Rezidüel uygulama yaparken evlerin giriş koridorları, uyku alanları, kapı ve pencere çevresindeki bölgeler ile ev yakınındaki hayvan barınakları ve taş duvarlar gibi alanlara uygulama yapılmalıdır.

Yapılan çalışmaların sonuçları açıkça göstermektedir ki kumsineği kaynaklı hastalıkların görüldüğü alanlarda özellikle ev ve hayvan barınaklarının iç (endofilik türler için önemli) ve dış (eksofilik türler için önemli) duvarlarına yılda en az 2 kez yapılacak rezidüel uygulamalar kum sineği popülasyonlarını baskı altında tutmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü sivrisineklerle benzer şekilde 2-6 ay aralıklarla yapılan uygulamaları önermektedir (116) (Tablo 6).

Tablo 6. Dünya Sağlık Örgütü tarafından tavsiye edilen bazı rezidüel ürünler (61, 65)

Etken madde	Uygulama sıklığı (ay)	Uygulama dozu (gr ai/m²)
Alpha-cypermethrin	4-6	0,02–0,03
Cyfluthrin	3-6	0,02–0,05
Cypermethrin	4-6	0,5
Deltamethrin	2-3	0,02–0,025
Permethrin	2-3	0,5
Etofenprox	3-6	0,1-0,3
Lambda-cyhalothrin	3-6	0,02–0,03

Duvarların yapımında kullanılan malzemenin cinsi (sıva, kerpiç, tuğla), yüzeyin güneş görüp-görmemesi, yağıştan etkilenip etkilenmemesi, kullanılan insektisitin sınıfı, ortamın nem düzeyi, popülasyonun insektisite hassasiyeti ve uygulama dozu gibi birçok faktör insektisitlerin etkinliği ve kalıcılığı üzerinde olumlu ya da olumsuz etki oluşturabilmektedir.

Ek olarak, olası direnci önlemek amacıyla uygun aralıklarla insektisitin değiştirilmesi de unutulmamalı, programda mutlaka yer verilmelidir. Kullanım öncesi tercihen hassasiyet testlerinin yapılması da ideal bir uygulama olacaktır. Kum sineklerinin kan emmek için yöneldikleri konut ve barınak gibi alanların etrafında bulunan ağaç gövdeleri ve yapraklar gibi vejetasyon elemanlarının üzerine bariyer oluşturacak şekilde uygulama yapılması kum sineklerinin üreme kaynaklarından konaklarına doğru küçük sıçramalar şeklinde yaptıkları uçuşları sırasında temas ettikleri veya kan emdikten sonra dinlendikleri bu yüzeylerden etkilenerek ölmelerine neden olacaktır. Guatemala ve Brezilya'da cyfluthrin kullanılarak 100 metre genişliğinde yapılan bariyer uygulamasının ışık tuzaklarında yakalanan kum sineği sayılarını 80 günden fazla sürede azalttığı belirlenmiştir (97).

2.5.2. Soğuk sisleme (ULV-Cold fog) ve Sıcak Sisleme (TF-Termal fog) uygulamaları

Kum sineklerinin aktif oldukları saatlerde genellikle yaz aylarında gün batımından sonra yapılan soğuk sisleme (ULV) çalışmalarının kum sineklerine karşı oldukça etkili olduğu tespit edilmiş, ancak;

- kum sineği türlerinin birçoğunun aktivite zamanlarının tam olarak bilinmemesi,
- ortamın fiziksel özellikleri (nem, sıcaklık),
- rüzgar nedeni ile damlacıkların homojen yayılmaması,

gibi faktörler sebebiyle etkinlikle ilgili problemler olabilmektedir (12).

Irak'ta yapılan bir çalışmada 2009 yılı Nisan ve Ağustos ayları arasında toplam 21 kez ULV uygulaması yapılmış (Nisan 2 kez, Mayıs 6 kez, Haziran 6 kez, Temmuz 3 kez, Ağustos 4 kez) ancak her uygulamadan önce kurulan CDC ışık tuzaklara yakalanan kum sineği sayılarının bir uygulama haricinde uygulama sonrası kurulan tuzaklarla istatistiksel anlamda bir farklılık göstermediği bildirilmiştir (107).

Coleman ve ark. Irak'ta Mayıs-Eylül 2003 tarihleri arasında 62 kez gece ULV çalışması malathion, resmethrin ve permethrin kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bölgede kurulan ışık tuzaklarına yakalanan kum sinekleri değerlendirildiğinde ULV çalışmaları etkisiz olarak değerlendirilmiştir (20).

Sıcak sisleme (TF) çalışmalarına bakıldığında ise yaklaşık 35 yıl önce Panama'da ormanlık alanda sıcak sisleme şeklinde malathion uygulanması kontrol alanlarıyla kıyaslandığında kum sineklerinin yoğunluğunda yüksek oranda azalmaya neden olmuştur (16).

Yine Panama'da Nisan 2010–Haziran 2011 arasında 15 ay boyunca yapılan bir çalışmada, evlerin iç ve dış duvarlarındaki çatlak ve oyuklar ile evlerin etrafında 15 metre mesafede deltamethrin aktifi el tipi sisleme cihazı ile uygulanmış, uygulamalardan sonra kontrol alanları ile kıyaslandığında evlerin iç mekânlarında yaklaşık %40, evlerin etrafında yaklaşık %50 oranında kum sineklerinin popülasyon yoğunluğunun ve aynı zamanda tür çeşitliliğinin de azaldığı görülmüştür (15).

Chaves ve ark. yaptıkları bir çalışmada yine deltamethrin'in sıcak sisleme yoluyla kapalı mekânlarda kum sineklerinin yoğunluğunda %50-80 arasında bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir (17).

Kum sineklerinin mücadelesinde kullanılan ve rezidüel etkisi olmayan soğuk ve sıcak sisleme uygulamaları genel olarak popülasyonlarda kısa süreli azalmalara neden olsa da, üreme kaynaklarında gelişen larva ve pupa gibi evreleri etkilememesi sebebiyle ortamda gelişen bireyler popülasyon büyüklüklerini tekrar arttırmaktadır.

Ayrıca fiziki koşulları iyi olmayan konutlar ve insektisitlerin aktivitesini olumsuz etkileyen yüzeyler (çamur, toz, nem, güneş ışınlarından etkilenen vb.) popülasyonların artmasına katkı sağlamaktadır.

Ancak rezidüel uygulamalar yanı sıra özellikle kapalı ve açık alanlarda sıcak ve soğuk sisleme uygulamalarının entegre mücadele yöntemleri içerisinde kullanılmasının gerek kum sinekleri popülasyonları gerekse vektörlüklerini yaptıkları hastalıkların azaltmasında katkı sağladığı açıkça görülmektedir (61).

2.6. Entomopatojen nematodlar

Kum sineklerinin yaşam evrelerini sürdürdükleri toprak gibi nemli alanlarda çeşitli parazitlerden etkilenebildikleri bilinmektedir.

Bu parazit canlılardan bir grubunu da entomopatojen nematodlar oluşturmaktadır.

Brezilya'da *Lutzomyia longipalpis* türünün dişi ve erkek bireylerinin abdomeninde entomopatojen nematodlar (Rhabditida: Steinernematidae) tespit edilmesi, gelecek yıllarda kum sineklerinin biyolojik mücadelesine katkı sağlayacağı düşüncesini ortaya çıkarmıştır (103).

Ülkemizde Kuşadası, Aydın bölgesinde doğadan toplanan ergin kum sineklerinin mideleri analiz edilirken bir entomopatojen nematod (Fam: Steinernematidae) tespit edilmesi doğada kum sineklerinin nematodlar tarafından parazitlenebileceğini göstermektedir (56).

3. KUM SİNEKLERİNİN İNSEKTİSİTLERE HASSASİYETLERİ

Dünyanın birçok bölgesinde kum sineklerinin erginlerine karşı kullanılan ürünlere oldukça hassas olduğu bildirilse de yapılan bazı araştırmalar ergin kum sineklerinde bölgesel direncin oluşabildiği yönündedir.

Örneğin Hassan ve ark. (49) Sudan'da bazı bölgelerde yaptıkları çalışmalarda kum sineklerinin genel olarak birçok pestisite hassas olduklarını belirtmelerine rağmen, Surogia köyünden topladıkları *P. papatasi*'nin birinci (F_1) neslinin DDT ve permethrin'e duyarlı, malathion ve propoxur'a yüksek dirençli olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu nedenle direnç araştırmalarının bölgeselde olsa yapılmasına devam edilmelidir.

Önümüzdeki yıllarda bazı organik klorlu, organik fosforlu, karbamatlı ve sentetik piretroit insektisitler ile yapılacak direnç araştırmalarına yönelik CDC şişe yöntemi kullanılarak belirlenen diagnostik dozlar ve süreler belirlenmiştir (26).

Geçmişte vektör mücadelesi için oldukça yaygın kullanılan DDT'ye birçok bölgede kum sineklerinin direnç geliştirdiği bildirilmiştir (29).

Sentetik piretroitlerle yapılan araştırmalarda ise özellikle sivrisineklerde gelişen piretroit direncinin, en az bir genetiksel yolla farklı şeklinde kum sineklerinde geliştiği yönündedir (36).

Geçmişte kum sineklerine karşı kullanılmayan bazı ürünlere karşı kum sineklerinde gelişen direncin ise özellikle o bölgelerdeki sıtma mücadelesi çalışmalarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir (49).

Kum sineklerinin ülkemizde de birçok bölgede kullanılan ergin öldürücü insektisitlere hassas oldukları bildirilsede direnç testleri yapılması yönünde çalışmalara devam edilmelidir.

4. ENTOMOLOJİK GÖZLEM VE SÜRVEYANS

Leishmaniasis endemik alanlarda uygulanacak kum sineği mücadelesinde popülasyon büyüklüğünün takip edilmesi sentinel olarak belirlenmiş lokalitelerde yapılmalıdır.

Kum sineklerinin biyolojik ve ekolojik özelliklerini dikkate alarak belirlenen lokalitelerde yapılacak bu izleme, ayrı bir sürveyans programı yapılmasını ve eğitimli elemanlar tarafından uygulanmasını kapsamaktadır.

Vektör sürveyansı, insan ve hayvanlarda patolojilere yol açan bakteriyel, parazitik veya viral etkenleri taşıyarak bulaştıran vektör canlı türlerinin sürekli ve sistematik bir şekilde toplanması, başta bolluk olmak üzere çeşitli analiz ve yorumlarının yapılması; verilerin hastalık, iklimsel ve çevresel verilerle hatta zamanla ilişkilendirilerek risk projeksiyonlarının uygulanabilir hale getirilmesidir.

Dinamik, izlenebilir ve denetlenebilir olması gerekmektedir. Cevaplanması gereken sorulara bağlı olarak örneklemenin düzenlenmesini içermektedir.

5. SİVRİSİNEK, EV SİNEĞİ VE KUM SİNEĞİ MÜCADELESİNDE ENTEGRASYON

Metnin ilgili bölümlerinde de belirtildiği gibi iş gücü ve ekonomik faktörler dikkate alınarak halihazırda çeşitli kurumlar tarafından yürütülmekte olan haşere mücadele programlarına (özellikle sivrisinek ve ev sineği) aşağıda belirtilen konulara dikkat edilerek kum sineği mücadelesinin entegre edilmesi olası görülmektedir.

1. Haşere mücadelesi konusunda verilmesi planlanan bütün eğitimlerde kum sineği biyolojisi ve uygun mücadele yöntemleri hakkında da eğitim modülü eklenmelidir. Ayrıca halkayönelik yapılacak eğitim toplantılarında da kum sineği kaynaklı hastalıklardan bahsedilmelidir. Endemik bölgelerde yerel basın-yayın organlarında haberler yapılması, okullarda öğrencilere ve öğretmenlere, işyerlerinde çalışanlara yönelik konferans ve seminerler verilmesi de önemli bireysel korunma tedbirleri arasında bulunmaktadır.
2. Mevsimlik çalışma için endemik bölgelerden gelen işçiler ve ailelerine yapılan sıtma taramasına ek olarak bir dermatoloji ve parazitoloji/mikrobiyoloji uzmanı ile Şark Çıbanı yönünden de tarama yapılması önem taşımaktadır.
3. Tatarcıkların üreme, dinlenme ve beslenme ortamlarının farklı olması, erişkin ve larvaları ile yapılacak mücadeleyi zorlaştırmakta, sivrisinek ve ev sineği savaşı sırasında bunların dikkate alınarak uygulanmasını gerektirmektedir. Üreme alanlarının tam olarak neresi olduğu belli olmadığı için yumurta ve larva formuna karşı kontrol yöntemleri uygulama olasılığı olmadığı, erginler için uygun mevsim ve alanlarda farklı mücadele teknikleri uygulama gerekliliği unutulmamalıdır.
4. Vektör kontrol yöntemlerioldukça maliyetli uygulamalar olup iyi bir altyapıya gereksinim bulunmaktadır. Kalıcı insektisitlerle vektör kontrolü, konutlar etrafında ve içinde meydana gelen bulaşımları önlemede etkili olabilmekte fakat vahşi doğada kendi içinde olan bulaşımları önlemek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle silvatik alanlardaki mücadelenin ihmal edilmemesi önem taşımaktadır.
5. Kum sineği ergin mücadelesi, sivrisinek ve ev sineği ergin mücadelesine benzemektedir. Bu nedenle, sivrisinek ve ev sineği ergin mücadele yöntemleri ve ekipmanları kullanılarak kum sineklerinin mücadelesine katkı sağlanmış olmaktadır. Bu mücadeledeki en önemli konulardan biri de Türkiye Halk Sağlığı Kurumu (THSK) ile il ve ilçe belediyeleri tarafından yürütülen sivrisinek mücadelesinde birliktelik sağlanmasıdır. Her bölgede bilimsel yöntemlere uygun olarak yapılacak hassasiyet testleri ile hem sivrisinek hem ev sineği hem de kum sineği popülasyonlarının hassasiyetleri ölçülmeli ve bundan sonra işlemler uygulanmalıdır. THSK il teşkilatları bu konuda danışmanlık ve denetleme yapma yetkisine sahip olmalıdır.

6. Sivrisinek ve kum sineği mücadelesi yapılması gereken illerimizin önemli bir kısmının ortak olması nedeni ile önümüzdeki yılları kapsayacak şekilde planlanacak olan kısa, orta ve uzun vadeli stratejik mücadele programlarında mutlaka sürekli bir koordinasyon ve entegrasyon sağlanmalıdır.

Çeşitli hastalıklara vektörlük yapan artropodlar ile mücadelede alınacak ortak önlemlerin yanı sıra kum sineklerine özgü olarak uygulanması gerekli yöntemlerin de sivrisinek ve ev sineği mücadelesine entegre edilmesi, ülkemizin ekonomik çıkarları ve halkımızın sağlıklı olması için yararlı olacağı unutulmamalıdır.

Kum sineklerinin üreme kaynaklarının çok geniş bir yelpazeye sahip olması, entegre mücadele çalışmaları yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.

- Larva mücadelesinin etkinliğinin açık alanlarda değerlendirilmesinin sağlıklı olmadığı,
- kum sineklerinin mücadelesinde öncelikle erginlere yönelik rezidüel etkili ürünlerin konut ve barınakların iç ve dış yüzeylerinde uygulanmasının,
- destekleyici soğuk ve sıcak sisleme çalışmalarının yapılmasının,
- konakların sistemik ürünlerle muamele edilmesinin,
- hepsinden önce ise kişisel kontrol tedbirlerinin, fiziksel önlemlerin ve hayvanların korunmasının entegre bir şekilde yapılmasının

kum sinekleri ile mücadelede başarı sağlayacağı yapılan bilimsel çalışmalardan elde edilen bilgilere dayanılarak açıkça görülmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Abd Rani PAM, Irwin PJ, Gatne M, Coleman GT, Traub RJ. Canine vector-borne diseases in India: a review of the literature and identification of existing knowledge gaps. Parasit Vect, 2010; 3:28.
2. Akhoundi M, Kuhls K, Cannet A, Votýpka J, Marty P, Delaunay P, Sereno D. A Historical Overview of the Classification, Evolution, and Dispersion of Leishmania Parasites and Sandflies. PLoS Negl Trop Dis, 2016; 10(3): e0004349.
3. Alexander B. Sampling methods for phlebotomine sandflies. Med Vet. Entomol 2000; 14: 109–122.
4. Alexander B, Maroli M. Control of phlebotomine sandflies. Med Vet. Entomol 2003; 17 (1): 1–18.
5. Alkan C, Bichaud L, de Lamballerie X, Alten B, Gould EA, Charrel RN. Sandfly-borne phleboviruses of Eurasia and Africa: epidemiology, genetic diversity, geographic range, control measures. Antiviral Res, 2013: 100(1): 54-74.
6. Alten B, Ozbel Y, Ergunay K, Kasap OE, Cull B, Antoniou M, Velo E, Prudhomme J, Molina R, Bañuls AL, Schaffner F, Hendrickx G, Van Bortel W, Medlock JM. Sampling strategies for phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Europe. Bull Entomol Res, 2015; 105 (6): 664-678.
7. Alvar J, Velez ID, Bern C, Herrero M, Desjeux P, Cano J, Jannin J, den Boer M. WHO Leishmaniasis Control Team. Leishmaniasis Worldwide and Global Estimates of Its Incidence. PLoS ONE, 2012, 7(5): e35671.
8. Artemiev MM, Neronov VM. 1984, Distribution and Ecology of Sandflies of the Old World (Genus Phlebotomus), Institute of Evolution, Morphology and Animal Ecology, USSR. Moscow, 208 pp.
9. Attar ZJ, Chance ML, el-Safi S, Carney J, Azazy A, El-Hadi M, Dourado C, Hommel M. Latex agglutination test for the detection of urinary antigens in visceral leishmaniasis. Acta tropica, 2001; 78(1):11-6
10. Basimike M. Do permethrin treated screens repel sand flies entering houses? Tropicultura, 2000; 18 (1): 19–22.
11. Bates PA, Depaquit J, Galati EAB, Kamhawi S, Maroli M, McDowell MA, Picado A, Ready PD, Salomón OD, Shaw JJ, Traub-Csekö YM, Warburg A. Recent advances in phlebotomine sand fly research related to leishmaniasis control. Parasites and Vectors, 2015; 8, 131.
12. Britch SC, Linthicum KJ, Walker TW, Farooq M, Gordon SW, Clark JW, Ngere F, Ngonga D, Chepchieng C. Evaluation of ULV applications against old world sand fly (Diptera: Psychodidae) species in Equatorial Kenya. J Med Entomol 2011; 48: 1145–1159.
13. Buttiker W. Medical and applied zoology in Saudi Arabia. Effect of ground and aerial insecticide application in urban phlebotomine sandfly populations in Saudi Arabia. Wittmer W, Buttiker W, editors. Fauna of Saudi Arabia, Vol. 2 1980 p.427–439.
14. Byrceson ADM, 1996. Leishmaniosis, Manson's Tropical Diseases. Ed: G. C. Cook, Twentieth Edition, WB Saunders Company Ltd., London, p.1213-1245.
15. Calzada JE, Saldaña A, Rigg C, Valderrama A, Romero L, Chaves LF. Changes in Phlebotomine Sand Fly Species Composition Following Insecticide Thermal Fogging in a Rural Setting of Western Panamá. PLoS One, 2013; 8 (1): e53289.

16. Chaniotis BN, Parsons RE, Harlan HJ, Correa MA. A pilot study to control phlebotomine Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in a Neotropical Rain Forest. J Med Entomol, 1982; 19: 1–5.
17. Chaves LF, Calzada JE, Rigg C, Valderrama A, Gottdenker NL, Saldaña A. Leishmaniasis sand fly vector density reduction is less marked in destitute housing after insecticide thermal fogging. Parasit Vectors, 2013; 6: 164.
18. Chelbi I, Kaabi B, Derbali M, Ahmed SBH, Dellagi K, Zhioua E. Zooprophylaxis: impact of breeding rabbits around houses on reducing the indoor abundance of Phlebotomus papatasi. Vect Born Zoo Dis, 2008; 8: 741–748.
19. Clemente NS, Ugarte-Gil C, Solorzano N, Maguina C, Moore D. An Outbreak of Bartonella bacilliformis in an Endemic Andean Community, PLOS ONE, 2016, DOI:10.1371:0150525:1-14.
20. Coleman RE, Burkett DA, Putnam JL, Sherwood V, Caci JB, Jenning BT, Hochberg LP, Spradling SL, Rowton ED, Blount K, Ploch J, Hopkins G, Raymon JLW, O'Guinn ML, Lee JS, Wein PJ. Impact of Phlebotomine Sand Flies on U.S. Military Operations at Tallil Air Base, Iraq: 1. Background, Military Situation, and Development of a "Leishmaniasis Control Program". J Med Entomol, 2006; 43(4): 647–662.
21. Çetin H. Kent Zararlıları, Biyoloji, Ekoloji ve Mücadele Yöntemleri (Vektörler ve diğerleri). Yıldız Ofset, Antalya; 2016.
22. Çetin H, Özbel Y. Sand Flies and Their Control Methods. Turkiye Parazitol Derg, 2017 Jun;41(2):102-113.
23. Daldal N, Özbel Y. Phlebotomus spp. vektörlükleri ve kontrolü, Parazitoloji'de Arthropod hastalıkları ve vektörler, Özcel MA, Daldal N (Eds). Türkiye Parazitoloji Derg. Yay. no:13, Ege Üniv. Basımevi, İzmir, 1997; 49-109.
24. David JR, Stamm LM, Bezerra HS, Souza RN, Killick-Kendrick R, Lima JW. Deltamethrin-impregnated dog collars have a potent anti-feeding and insecticidal effect on Lutzomyia longipalpis and Lutzomyia migonei. Mem Inst Oswaldo Cruz, 2001; 96 (6): 839–847.
25. De Pablos LM, Ferreira TR, Walrad PB. Developmental differentiation in *Leishmania* lifecycle progression: post-transcriptional control conducts the orchestra. Current Opinion in Microbiology, 2016; 34:82–89.
26. Denlinger DS, Creswell JA, Anderson JL, Reese CK, Bernhardt SA. Diagnostic doses and times for Phlebotomus papatasi and Lutzomyia longipalpis sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) using the CDC bottle bioassay to assess insecticide resistance. ParasitVect, 2016; 9:212
27. Derbali M, Polyakova L, Boujaâma A, Burruss D, Cherni S, Barhoumi W, Chelbi I, Poché R, Zhioua E. Laboratory and field evaluation of rodent bait treated with fipronil for feed through and systemic control of Phlebotomus papatasi. Acta Trop, 2014; 135(1): 27–32.
28. Dhiman RC, Sharma VP. Evaluation of neem oil as sandfly, Phlebotomus papatasi (Scopoli) repellent in an oriental sore endemic area in Rajasthan. Outheast Asian J Trop Med Public Health, 1994; 25 (3): 608–610.
29. Dhiman RC, Yadav RS. Insecticide resistance in phlebotomine sandflies in Southeast Asia with emphasis on the Indian subcontinent. Infect Dis Poverty, 2016; 5: 106
30. Doğan F. Leishmania Enfeksiyonlarının Epidemiyolojisi Leishmania'ların Rezervuar ve Vektörleri, Leishmaniasis Kala-azar ve Şark çıbanı, 2. Ulusal Parazitoloji Kongresi Ankara 3-5 Haziran 1981, Yaşarol Ş. (Ed.) Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 1981; 25-50.

31. El-Hossary S., Morphological characteristics for sandfly taxonomy. Research and Training Center of diseases, Ain Shams University, 2006; 25 p.
32. Elnaiem DA, Aboud MA, El Mubarek SG, Hassan HK, Ward RD. Impact of pyrethroid-impregnated curtains on Phlebotomus papatasi sandflies indoors at Khartoum, Sudan. Med Vet Entomol, 1999; 13: 191–197.
33. Elnaiem DA, Elnehas AM, Aboud MA. Protective efficacy of lambdacyhalothrin-impregnated bednets against Phlebotomus orientalis, the vector of visceral leishmaniasis in Sudan. Med Vet Entomol, 1999; 13 (3): 310–314.
34. Emami MM, Yazdi M, Guillet P. Efficacy of Olyset Net long-lasting bed nets to control transmission of cutaneous leishmaniasis in Iran. Eastern Medit Hlth J, 2009; 15: 1075–1083.
35. Erel D. Psychodidae, Anadolu vektörleri ve mücadele metotları, Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı Hıfzısıhha Okulu Yayın no:47, Akış Basımevi Ankara, 1973; 206-282.
36. Fawaz EY, Zayed AB, Fahmy NT, Villinski JT, Hoel DF, Diclaro JW 2nd. Pyrethroid Insecticide Resistance Mechanisms in the Adult Phlebotomus papatasi (Diptera: Psychodidae). J Med Entomol, 2016; 53 (3): 620–628.
37. Feliciangeli MD. Natural breeding places of phlebotomine sandflies. Med Vet Entomol, 2004; 18 (1): 71–80.
38. Fischer C, Voss A, Engel J, 2001. Development status of miltefosine as first oral drug in visceral and cutaneous leishmaniasis. Med Microbiol Immunol, 190: 85-87.
39. Ghosh SM. The control of Phlebotomus (Sand-flies) with DDT and BHC (Gammexane). Indian J Malariol, 1950; 4 (2): 175-184.
40. Gillespie RD, Mbow ML, Titus RG. The immünomodulatoryfactors of bloodfeeding arthropod saliva. Parasite İmmunol, 2000; 22(7): 319-331.
41. González U, Pinart M, Sinclair D, Firooz A, Enk C, Vélez ID, Esterhuizen TM, Tristan M, Alvar J. Vector and reservoir control for preventing leishmaniasis. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2015; 8. Art. No: CD008736
42. Gouzelou E, Haralambous C, Amro A, Mentis A, Pratlong F, Dedet JP, Votypka J, Volf P, Özensoy TÖZ S, Kuhls K, Schönian G, Soteriadou K. Multilocus microsatellite typing (MLMT) of strains from Turkey and Cyprus reveals a novel monophyletic L. donovani sensu lato group. PLoS Negl Trop Dis, 2012; 6(2):e1507. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001507 PMID: 22348162
43. Grassi B. Ricerche sui flebotomi. Memorie della Societa Italiana di Scienze Naturali, 1907; 14: 353–394.
44. Gunter MC, Junnila A, Kravchenko VD, Revay EE, Butler J, Schlein Y. Indoor Protection Against Mosquito and Sand Fly Bites: A Comparison Between Citronella, Linalool, and Geraniol Candles. J Am Mosq Cont Assoc, 2008; 24 (1): 150–153.
45. Guzman H, Tesh RB. Effects of temperature and diet on the growth and longevity of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae). Biomedica, 2000; 20: 190–199.
46. Günay F, Karakus M, Oguz G, Dogan M, Karakaya Y, Ergan G, Kaynas S, Kasap OE, Ozbel Y, Alten B. Evaluation of the efficacy of Olyset® Plus in a village-based cohort study in the Cukurova Plain, Turkey, in an area of hyperendemic cutaneous leishmaniasis. J Vector Ecol, 2014; 39 (2): 395–405.

47. Halbig P, Hodjati MH, Mazloumi–Gavgani AS, Mohite H, Davies CR. Further evidence that deltamethrin-impregnated collars protect domestic dogs from sandfly bites. Med Vet Entomol, 2000; 14 (2): 223–226.

48. Hanson WJ. The breeding places of Phlebotomus in Panama (Diptera: Psychodidae), Ann. Entomol. Soc. Am, 1961; 54: 317-322.

49. Hassan MM, Widaa SO, Osman OM, Numiary MSM, Ibrahim MA, Abushama HM. Insecticide resistance in the sand fly, Phlebotomus papatasi from Khartoum State, Sudan Parasit Vectors, 2012; 5: 46.

50. Ilango K. Morphological characteristics of the antennal flagellum and its sensilla chaetica with character displacement in the sandfly Phlebotomus argentipes Annandale and Brunetti sensu lato (Diptera: Psychodidae), J. Biosci, 2000; 25(2): 163-172.

51. Ingenloff K, Garlapati R, Poché D, Singh MI, Remmers JL, Poché RM. Feed-through insecticides for the control of the sand fly Phlebotomusargentipes. Med Vet Entomol, 2013; 27 (1): 10–18.

52. Jalilnavaz MR, Abai MR, Vatandoost H, Mohebali M, Akhavan AA, Zarei Z, Rafizadeh S, Bakhshi H, Rassi Y. Application of flumethrin pour-on on reservoir dogs and its efficacy against sand flies in endemic focus of visceral leishmaniasis, Meshkinshahr, Iran. J Arth-Born Dis, 2016; 10 (1): 78–86.

53. Jalouk L, Ahmed M Al, Gradoni L, Maroli M. Insecticide-treated bednets to prevent anthroponotic cutaneous leishmaniasis in Aleppo Governorate, Syria: results from two trials. Trans R Soc Trop Med Hyg, 2007; 101: 360–367.

54. Kaabi B, Ahmed SB. Assessing the effect of zooprophylaxis on zoonotic cutaneous leishmaniasis transmission: a system dynamics approach. BioSystems, 2013; 114 (3): 253–260.

55. Kamhawi S. Phlebotomine sand flies and Leishmani aparasites: friends or foes? Trends in Parasitology, 2006; 22(9): 339-445.

56. Karakuş M, Arserim SK, Töz SÖ, Özbel Y. Detection of entomopathogen nematode [EPN - sand flies (Phlebotomus tobbi)] caught in the wild in Aydın, Kuşadası town and its assessment as a biological control agent. Türkiye Parazitol Derg, 2013; 37 (1): 36–39.

57. Karakuş M, Erişöz Kasap Ö, Günay F, Oğuz G, Demir S, Suner A, Alten B, Özbel Y. Effects of environmental factors and storage conditions on the performance of Olyset® Plus against sand flies in WHO cone bioassays. Trans Royal Soc Trop Med Hyg, 2016; 110 (4): 252–257.

58. Karakülah G, Karakuş M, Suner A, Demir S, Arserim SK, Töz S, Özbel Y. SandflyDST: a dynamic web-based decision support tool for the morphological identification of sandflies present in Anatolia and mainland Europe, and user study. Med Vet Entomol, 2016; 30 (3):321-329.

59. Kasap OE, Dvorak V, Depaquit J, Alten B, Votypka J, Volf P. Phylogeography of the subgenus Transphlebotomus Artemiev with description of two new species, Phlebotomus anatolicus n. sp. and Phlebotomus killicki n. sp. Infect Genet Evol, 2015; 34:467-79.

60. Kettle DS. Medical and veterinary entomology, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1995; 725 pp.

61. Khan MA, Balghanaim SM. Leishmania control in highly endemic Al-Ahsa oasis in the eastern province of Kingdom of Saudi Arabia. J Entomol Res, 2000; 24 (3): 219–227.

62. Killick-Kendrick R. Biology of Leishmania in phlebotomine sandflies. Biology of the Kinetoplastida, Vol. 2 (eds WHR Lumsden & DA Evans), 1979; p.407.

63. Killick-Kendrick R. Phlebotomine vectors of the leishmaniases: a review. Med Vet Entomol, 1990; 4: 1-24.

64. Killick-Kendrick R, Tang Y, Killick-Kendrick M, Sang D, Sirdar M, Ke L, Ashford R, Schorscher J, Johnson R. The identification of female sandflies of the subgenus Larroussius by the morphology of the spermathecal ducts, Parassitologia, 1991; 33: 335.

65. Killick-Kendrick R, Killick-Kendrick M, Focheux C, Dereure J, Puech MP, Cadiergues MC. Protection of dogs from bites of phlebotomine sandflies by deltamethrin collars for control of canine leishmaniasis. Med Vet Entomol, 1997; 11(2):105–111.

66. Killick-Kendrick R. The biology and control of phlebotomine sandflies. Clin Dermatol, 1999; 17: 279–289.

67. Kimutai A, Ngeiywa M, Mulaa M, Njagi PGN, Ingonga J, Nyamwamu LB, Ombati C, Ngumbi P. Repellent effects of the essential oils of Cymbopogon citratus and Tagetes minuta on the sandfly, Phlebotomus duboscqi. BMC Res Notes, 2017; 10 (1): 98.

68. Klaus SN, Frankenburg H, Ingber A, 1999. Epidemiology of cutaneous leishmaniosis. Clin Dermatol, 17: 257–260.

69. Lane RP. The Sandflies of Egypt (Diptera: Phlebotominae). Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.), 1986; 52 (1): 1-35.

70. Lane RP. Sand Flies (Phlebotomidae), Medical Insect and Arachnids, Chapman- Hall, London, 1993; 78,119.

71. Léger N, Pesson B, Madulo-Leblond G, Abonnenc E. Sur la différenciation des femelles du sous-genre Larroissius Nitzulescu, 1931 (Diptera: Phlebotomidae) de la région méditerranéene, Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, 1983; 58, 611-623.

72. Lewis DJ. Phlebotomidae and Psychodidae (Sandflies and Moth flies), In Insects and other Arthropods of Medical Importance, Smith, K.G.V. (ed.). 561 pp. London, 1973; 159-179.

73. Lewis DJ. Royal Society of Tropical Medicine and hygiene (London), 1978; 94-99.

74. Lewis DJ. A Taxonomic Review of the Genus Phlebotomus (Diptera: Psycodidae), Bull. Br. Mus. Nat. Hist (Ent.), 1982; 45: 121-209.

75. Markell EK, Voge MMA, John DT, 1992. Medical Protozoology. 7th Edition, WB Saunders Company, pp.148-160.

76. Maroli M, Khoury C. Current approaches to the prevention and control of leishmaniasis vectors. Veterinary Res Comm, 2006; 30 (1): 49–52.

77. Mascari TM, Mitchell M, Rowton ED, Foil LD. Evaluation of Novaluron as a Feed-Through Insecticide for Control of Immature Sand Flies (Diptera: Psychodidae). J Med Entomol, 2007; 44 (4): 714–717.

78. Mascari TM, Mitchell M, Rowton ED, Foil LD. Laboratory Evaluation of Diflubenzuron as a Feed-Through for Control of Immature Sand Flies (Diptera: Psychodidae). J Med Entomol, 2007; 44 (2): 171–174.

79. Mascari TM. Novel methods for the control of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae). LSU Doctoral Dissertation, 2008; 2709.

80. Mascari TM, Mitchell M, Rowton E, Foil L. Ivermectin as a rodent feed-through insecticide for control of immature sand flies (Diptera: Psychodidae). J Am Mosq Cont Assoc, 2008; 24 (2): 323–326.

81. Mascari TM, Foil LD. Oral treatment of rodents with ivermectin for the control of Phlebotomus papatasi (Diptera: Psychodidae) under laboratory conditions. Vet Parasitol, 2010; 171 (1–2): 130–135.

82. Mascari TM, Mitchell MA, Rowton ED, Foil LD. Evaluation of juvenile hormone analogues as rodent feed-through insecticides for control of immature phlebotomine sandflies. Med Vet Entomol, 2011; 25 (2), 227–231.

83. Mascari TM, Stout RW, Foil LD. Oral Treatment of Rodents With Fipronil for Feed-Through and Systemic Control of Sand Flies (Diptera: Psychodidae). J Med Entomol, 2013; 50 (1): 122–125.

84. Mencke N, Volf P, Volfova V, Stanneck D. Repellent efficacy of a combination containing imidacloprid and permethrin against sandflies (Phlebotomus papatasi) in dogs. Parasitol Res, 2003; 90(Suppl 3): 108–111.

85. Molyneux DH, Ryan L, Lainson R, Shaw, JJ. The Leishmania-Sandfly Interactions, Rioux J. A. (Ed.) Leishmania Taxonomic et phylogenese, App Eco-epidemiol. Coll int CNRS/INSERM/OMS/IMEE Montpellier, 1986; 311-324.

86. Moosa-Kazemi SH, Yaghoobi-Ershadir MR, Akhavan AA, Abdoli H, Zahraei-Ramazani AR, Jafari R, Houshmand B, Nadim A, Hosseini M. Deltamethrin-impregnated bed nets and curtains in an anthroponotic cutaneous leishmaniasis control program in northeastern Iran. Ann Saudi Med, 2007; 27 (1): 6–12.

87. Moriconi M, Rugna G, Calzolari M, Bellini R, Albieri A, Angelini P, Cagarelli R, Landini MP, Charrel RN, Varani S. Phlebotomine sand fly borne pathogens in the Mediterranean Basin: Human leishmaniasis and phlebovirus infections. PLOS Neglected Tropical Diseases, 2017; 0005660:1-19.

88. Muller GC, Junnila A, Kravchenko VD, Revay EE, Butler J, Schlein Y. Indoor protection against mosquito and sand fly bites: a comparison between citronella, linalool, and geraniol candles. J Am Mosq Cont Assoc, 2008; 24 (1): 150–153.

89. Murray HW. Clinical and Experimental Advances in Treatment of Visceral Leishmaniosis. Antimicrob Agents Chemother, 2001; 45: 2185–2197.

90. Nieves E, Fernández Méndez J, Lias J, Rondón M, Briceño B. Actividad repelente de aceites esenciales contra las picaduras de Lutzomyia migonei (Diptera: Psychodidae). Rev Biol Trop, 2010; 58 (4): 1549–1560.

91. Noazin S, Shirzadi MR, Kermanizadeh A, YaghoobiErshadi MR, Sharafi I. Effect of large-scale installation of deltamethrin-impregnated screens and curtains in Bam, a major focus of anthroponotic cutaneous leishmaniasis in Iran. Trans R Soc Trop Med Hyg, 2013; 107: 444–450.

92. Özbel Y, Özensoy-Töz S. Leishmaniosis. Özcel'in Tıbbi Parazit Hastalıkları. (Özcel MA, Editör). Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 22, 2007, p.197-241.

93. Pandya AP. Impact of antimalaria house spraying on phlebotomid population in Surat district, Gujarat. Indian J Med Res, 1983; 78: 354–360.

94. Paul S, Minnick MF, Chattopadhyay S. Mutation-Driven Divergence and Convergence Indicate Adaptive Evolution of the Intracellular Human-Restricted Pathogen, Bartonella bacilliformis, PLOS Neglected Tropical Diseases, 2016; DOI:10.1371:0004712:1-17.

95. Pener H, Wilamowski A. Susceptibility of larvae of the sandfly Phlebotomus papatasi (Diptera: Psychodidae) to Bacillus sphaericus. Bull Entomol Res, 1996; 86: 173-175.

96. Perfil'ev PP. Phlebotomidae (sandflies), In Fauna of USSR, Theodor O. (ed.) Translated by Israel Programme for Scientific Translations from 1966 original (Acad Sci USSR Fauna of USSR Diptera 3 (2) New series No.93) Wiener Bindery Ltd Jerusalem, 1968; 362p.

97. Perich MJ, Hoch AL, Rizzo N, Rowton ED. Insecticide barrier spraying for the control of sand fly vectors of cutaneous leishmaniasis in rural Guatemala. Am J Trop Med and Hyg, 1995; 52: 485–488.

98. Petrishcheva A, Izyumskaya NG. On breeding place of Phlebotomus in Sebastopol. Rev Appl Entomol, 1941; 34: 78. (Abstract)

99. Poché RM, Garlapati R, Singh MI, Poché DM. Evaluation of fipronil oral dosing to cattle for control of adult and larval sand flies under controlled conditions. J Med Entomol, 2013; 50 (4): 833–837.

100. Ready PD. Biology of Phlebotomine sand flies as vectors of disease agents. Annual Rev Entomol, 2013; 58: 227–250.

101. Robert LL, Perich MJ, Schlein Y, Jacobson RL, Wirtz R, Lawyer PG, Githure JI. Phlebotomine sand fly control using bait-fed adults to carry the larvicide Bacillus sphaericus to the larval habitat. J Am Mosq Cont Assoc, 1997; 13 (2): 140–144.

102. Scholtyseck E. Fine structure of parasitic protozoa. An atlas of micrographs, drawing and diagrams. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York; 1979; p.44-45.

103. Secundino NF, Araújo MS, Oliveira GH, Massara CL, Carvalho OS, Lanfredi RM, Pimenta PF. Preliminary description of a new entomoparasitic nematode infecting Lutzomyia longipalpis sand fly, the vector of visceral leishmaniasis in the New World. J Invertebr Pathol, 2002; 80(1): 35–40.

104. Ser Ö, Cetin H. Kutanöz Leishmaniasis ve Antalya İlindeki Durumu. Türkiye Parazitol Derg, 2013; 37: 84-91.

105. Sharma VP, Dhiman RC. Neem oil as sand fly (Diptera: Psychodidae) repellent. J Am Mosq Cont Assoc, 1993; 9(3): 364–366.

106. Soto J, Toledo J, Gutierrez P, Nicholls RS, Paddilla J, Engel J, et al. 2001. Treatment of American cutaneous leishmaniosis with miltefosine, an oral agent. Clin Infect Dis, 33: 57-61.

107. Stoops CA, Heintshcel B, El-Hossary S, Kaldas RM, Obenauer PJ, Farooq M, Villinski JT. Sand fly surveillance and control on Camp Ramadi, Iraq, as part of a leishmaniasis control program. J Vect Ecol, 2013; 38 (2) 411–414.

108. Şakru N, Özensoy Töz S, Korkmaz M, Özbel Y. IFA ve ELISA Yöntemleri ile Çocuk Visseral Leishmaniasis Serolojik İzlemi Turkiye Parazitol Derg, 2011; 35: 125-8.

109. Theodor O. Psychodidae-Phlebotominae, In: Die Fliegen Der Palaerktischen Region Lindner E. (ed.), Lieferung 201, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller), Stuttgart. 1958; 1-55.

110. Unat EK. Tıp Parazitolojisi, İnsanın Ökaryonlu Parazitleri ve Bunlarla Oluşan Hastalıkları, 3. Baskı, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları Rektörlük no 3044, Dekanlık no: 13, İstanbul, 1982.

111. Wahba MM, Labib IM, el Hamshary EM. Bacillus thuringiensis var. israelensis as a microbial control agent against adult and immature stages of the sandfly, Phlebotomus papatasi under laboratory conditions. J Egypt Soc Parasitol, 1999; 29(2): 587–597.

112. Warburg A, Lawyer PG. Development of Leishmania in Sandflies: Summary of Roundtable Discussion, Parassitologia, 1991; 33 (1): 39-42.

113. Wermelinger ED, Zanuncio JC, Rangel EF, Cecon PR, Rabinovitch L. Toxicity of Bacillus species to larvae of Lutzomyia longipalpis (L. & N.) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). Anais Da Sociedade Entomol Bras, 2000; 29 (3): 609–614.

114. Wilson AL, Boelaert M, Kleinschmidt I, Pinder M, Scott TW, Tusting LS, Lindsay SW. Evidence-based vector control? Improving the quality of vector control trials. Trends Parasitol, 2015; 31(8): 380–390.

115. World Health Organization. WHO inter-regional traveling seminar on leishmaniasis. World Health Organization, Geneva, Switzerland; 1968.

116. World Health Organization. Chemical Methods for The Control Of Vectors and. Pests of Public Health Importance. World Health Organization, Geneva, Switzerland; 1997.

117. World Health Organization. Pesticides and their application for the control of vectors adn pests of public health importance. World Health Organization, Geneva, Switzerland; 2006; 1 (6): 1–104.

118. World Health Organization. WHO Technical Report Series 949. Control of Leishmaniases. Report of the meeting WHO expert committee on the control of leishmaniases, Geneva, Switzerland; 22-26 March 2010; 27-35 ve 79-80.

119. Yaghoobi-Ershadi MR, Zahraei-Ramazani AR, Akhavan AA, Jalali-Zand AR, Abdoli H, Nadim A. Rodent control operations against zoonotic cutaneous leishmaniasis in rural Iran. Ann Saudi Med J, 2005; 25 (4): 309–312.

120. Yaghoobi-Ershadi MR, Akhavan AA, Jahanifard E, Vatandoost H, Gh Amin, Moosavi L, Zahraei Ramazani AR, Abdoli H, Arandian MH. Repellency Effect of Myrtle Essential Oil and DEET against Phlebotomus papatasi, under Laboratory Conditions. Iranian J Publ Health, 2006; 35 (3): 7–13.

121. Yaghoobi-Ershadi MR, Moosa-Kazemi SH, Zahraei-Ramazani AR, Jalai-Zand AR, Akhavan AA, Arandian MH, Abdoli H, Houshmand B, Nadim A, Hosseini M. Evaluation of deltamethrin-impregnated bed nets and curtains for control of zoonotic cutaneous leishmaniasis in a hyperendemic area of Iran. Santé Publique, 2006; 99 (1): 43–48.

BÖLÜM 4

KARASİNEKLER (BLACK FLIES)

(Diptera: Simuliidae)

VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Doç. Dr. Önder DÜZLÜ, Prof. Dr. Alparslan YILDIRIM, Prof. Dr. Abdullah İNCİ

Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, Kayseri

1. ARTROPOD VEKTÖR

Diptera dizisi içerisinde Nematocera dizi bölümünde yer alan ve dünyanın her bölgesinde görülebilen önemli ailelerden birisi de simuliidae (karasinekler, blackflies) ailesidir. Simuliidae ailesinde bu güne kadar 2204'ü yaşayan, 15'i fosil toplam 2219 tür tarif edilmiş olup bunların yaklaşık %80'i *Simulium* soyunda yer almaktadır. Simuliid sineklere dünyanın çeşitli bölgelerinde yerel halk tarafından buffalo gnats (İngiltere),

mawi (Afrika), pium veya borrachudos (Brezilya), potu (Hindistan), jejenes (Venezuela), bocones (Kosta Rika), rodadores (Küba), karasinek, kanbur sinek, mucuk veya üvez (Türkiye) gibi isimler verilmektedir. Bu sinekler hem insan hem de hayvan sağlığını tehdit etmelerinin yanında ekonomik ve ekolojik bakımdan da önemli insektlerdir. Simuliidler bizzat kan emerek zarar vermeleri yanında, pek çok patojeni de nakletmektedirler. Dünya üzerindeki simuliid türlerin hemen hemen %98'i memeli ve kanatlı hayvanlardan kan emmektedir. Dişi karasinekler insanlarda *Onchocerca volvulus* ve *Mansonella ozzardi*'nin vektörlüğünü yapmaktadırlar. Bununla birlikte ornitofilik simuliid türleri kanatlılara *Leucocytozoon* spp. ve *Hemoproteus* sp., mammofilik türler ise memeli hayvanlara *Onchocerca* spp., *Dirofilaria* sp., *Splendidofilaria* sp., *Mansonella* sp. ve *Trypanosoma* spp. gibi parazitlerin yanında çeşitli viral (Arbovirus) ve bakteriyel patojenleri de nakletmektedirler (4-6, 16, 17, 63, 68).

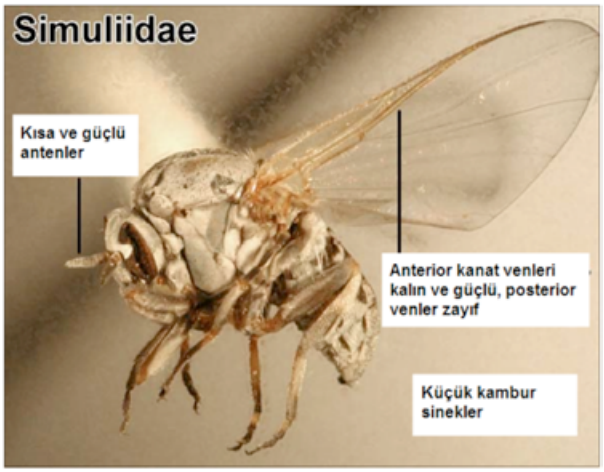
Simuliidae ailesindeki sinekler, sucul gelişme dönemleri itibarıyla akarsu ekolojisinin temelini oluşturmaları ve temiz suyun indikatörü olmalarının yanında ekonomik öneme sahip insektlerdir. Bu sinekler hayvanlarda direkt ölümlere sebep olarak büyük kayıplar meydana getirmesinin yanında et ve süt verimini de düşürerek ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir. 1923 yılında Romanya'da 16.000, 1934'te Yugoslavya, Bulgaristan ve Romanya'da 13.900 sığırın simuliid enfestasyonu sonucu öldüğü bildirilmiştir (60). Aynı şekilde Türkiye'de 1994 yılında Erzurum yöresinde 100'ün üstünde sığırın bu sebeple öldüğü rapor edilmiştir (52). 1944-1948 yılları arasında Kanada'da her yıl ortalama 1.100 hayvanın öldüğü ve süt sığırlarında verimin %50 düştüğü belirtilmiştir (22). Amerika Birleşik Devletleri'nin Güney Karolina bölgesinde simuliid sineklere bağlı ekonomik kayıpların yıllık 27.202 dolar olduğu rapor edilmiştir (27). Benzer olarak 1978 yılında Kanada'nın Saskatchewan eyaletinde simuliid enfestasyonuna bağlı ekonomik kayıpların 3 milyon doların üzerinde olduğu bildirilmiştir (6).

Türkiye'de turistik bir bölge olan Kapadokya'da *Simulium* afeti 2007 yılında büyük bir hızla ilerlemiş ve hem bölge turizmini hem de kırsal alanlarda çiftçilerin çalışmalarının yanı sıra insan ve hayvan sağlığını da tehdit eder duruma gelmiştir. Bölgede yaklaşık 2 milyonun üzerinde yerli ve yabancı turist ve 60.000'nin üzerinde evcil hayvan bu durumdan etkilenmiştir. Sinek istilasının bölgedeki maliyeti, 2013 yılı cari fiyatlarıyla 10.626.966,00 TL (5,45 milyon Amerikan doları) olarak hesaplanmıştır. Futbol turizminin ilerlemiş olduğu Avanos'ta futbol takımları *Simulium* salgınından dolayı 2007 yılında

bölgeyi terk etmek zorunda kalmış, esnaflar iş yerlerine gidemez ve dükkanlarını açamaz hale gelmişler, hemen hemen günlük hayatın durma noktasına geldiği ilçede büyük ekonomik kayıplar meydana gelmiştir. Kapadokya bölgesinde turistik amaçlı tracking faaliyetleri, binicilik sporu gibi birçok turistik etkinlik sekteye uğramıştır. Orta Kızılırmak havzasında Kızılırmağın geçtiği bölgeler ve yakın çevresinde tarım ile uğraşan çiftçiler mağdur olmuşlar ve tarlalarında çalışamaz duruma gelmişlerdir. Sinek salgın nedeni ile merada otlayan hayvanlarda strese bağlı verim düşüklükleri gözlenmiştir (32, 57, 68).

1.1. Morfolojileri

Simuliidler; küçük, esmer, kalın vücutlu, kambur sırtlı Nematocerlerdir (Şekil 1). Bu sinekler dışarıda yaşar (exophilic) ve beslenirler (exophagic). Kanat uzunlukları 1,5-6 mm olup genellikle gündüzcü sineklerdir. Dişilerde tek tek elementlerden (ommatidia) oluşan gözler, küçük ve antenlerin dorsalinde ayrı olarak yer almaktadır. Erkeklerde ise gözler daha geniş ve antenlerin dorsalinde bitişiktirler. Antenler her iki cinste de aynı olup genellikle 11 segmentlidirler. Palpler 5 segmentli olup kısa olan hortumdan oldukça uzundurlar. Kanatlar kısa, geniş, pulsuz, beneksiz ve parlaktır. Ven dolaşımı kanadın ön kenarı boyunca uzanan iyi gelişmiş radial venlerle karakterizedir. Zayıf görünümlerine rağmen kanatları oldukça güçlüdür. Bu sayede uzak mesafelere uçma yeteneği kazanmışlardır. Durgun havalarda 100 km'den fazla uçabilmektedirler. Etkin uçuş alanları 18 kilometrelik çap içerisindedir (5, 6, 48, 63, 64).



Şekil 1. Ergin *Simulium* sp. (67)

1.2. Yaşam Döngüleri

Karasineklerin pek çok türünde yaşam siklusunda farklılıklar vardır. Bazı simuliid türleri sezon boyunca tek nesil (univoltin, *Simulium venustum*, *Prosimulium magnum* vb.) verirken bazıları iki (bivoltin, *S. vittatum* vb.), çoğunluğu ise çok nesil (multivoltin) vermektedir. Bütün simuliid türlerinin %60'ı multivoltin karakterlidirler (5, 6, 26, 61, 63, 64).

1.2.1. Yumurta

Yumurtaları yaygın olarak 30-800 arasında, ortalama 200-300'lük gruplar halinde akan suların kenarlarına ya da direkt olarak suyun içinde sabit yapılara bırakmaktadırlar. Yumurtalar, önce krem-beyaz, sonra siyaha yakın bir renge dönüşmektedirler. 100-400 µm uzunluğunda ve oval-üç köşeli olup yüzeyleri düzdür. Oksijen basıncının yüksek olduğu akıntılı suların yüzeylerine bırakılan yumurtalarda iyi gelişmiş bir plastrona gereksinim yoktur. Sonbaharın sonlarında bırakılan yumurtalardan, takip eden baharda su sıcaklığı yükselene kadar larva çıkışı olmamaktadır. Simuliid yumurtaları kuruluğa karşı hassastırlar (Şekil 2) (5, 6, 26, 61, 63, 64).

1.2.2. Larva

Yumurtalar, larva üretmek için açılmaktadırlar. Hava sıcaklığı 20-22 ^{0}C iken 4-5 günde yumurtadan larva çıkmaktadır. Larva, kuyruk diski (yapışıcı organeli) ile taş, kütük veya su bitkileri gibi herhangi bir objeye tercihen sabit ve canlı yapılara tutunup, ipeksi ipliği ile ıslanmaktan korunmaktadır. Larva, kendi yaşamını sürdürüp yerleşebileceği bir yer bulup orayı ipek bir ağ ile örmeye devam etmektedir. Aynı zamanda larvalar maddelere tutunmak için bol miktarda protein karakterinde yapıştırıcı da üretmektedirler. Simuliidlerin larva dağılımına etki eden en önemli etkenler mevsim, oksijen yoğunluğu, suyun akıntı hızı, madde tipi ve su derinliğidir.

Larvalar su yüzeyine yakın kalmaktadırlar. Hızlı akımın olduğu çok büyük nehirlerde larvalar birkaç metre derinlikte bulunabilmektedirler. Larvalar bir çift basit göz, sklerozite baş ve kum saati gibi uzamış vücuda sahiptir. Vücutları 90^0-180^0 bükülme hareketi yapabilmektedir. Baş kısmında yelpaze taşımaktadır. Genellikle 10-100 µm büyüklüğündeki organik besinlerle (mikroorganizmalar) beslenmektedirler. Bunlar su akımının hızlandığı yerlerde boldurlar. Pupa dönemine geçmeden önce karasinek larvaları gömlek değiştirmekte olup bu dönem, türlere göre değişmekle birlikte genellikle 6-7 larva dönemi (instar) arasında gerçekleşmektedir (Şekil 3) (5, 6, 26, 61, 63, 64).

1.2.3. Pupa

Pupa, son larva döneminden sonraki gelişim evresidir. Pupanın başı ve thoraksı tek bir parça halinde yani sefalothoraks içinde birleşmiş olup segmentli bir karın bulunmaktadır. Thoraks, dikenleri ve koza iplikleri ile ilgili kancaları oluşturur. Yerleştiği yerde sabit kalan pupanın sefalotoraksı kozanın akım yönüne doğru yer değiştiren bir çift uzamış dallara ayrılmış solungaçlar taşımaktadır. Beslenmeyen pupa, içinde erişkin geliştiğinden gitgide kararmaktadır. Pupa kabukları dağıldığında erişkin, hava akımıyla sürüklenir ve hemen uçmaya başlar (Şekil 4) (5, 6, 26, 61, 63, 64).

1.2.4. Ergin

Pupadan ergin sineklerin çıkması, genellikle ve çoğunlukla ışık ve ısıya bağlı olarak gündüz olmaktadır. Pupadan erginlerin çıkışı, hava sıcaklığı 24-28 ^{0}C aralığında ve su sıcaklığı en düşük 8 ^{0}C iken olmakta ve 9.00-12.00 saatleri arasında pik seviyeye ulaşmaktadır (Şekil 5) (5, 6, 26, 61, 63, 64).

Ergin sinekler üreme yerlerinde birbirlerine yaklaşmakta ve çiftleşme yerde şekillenmektedir. Erkek simuliidler dişileri 50 cm'den tanıyabilmekte ve çiftleşmek için onlara yönelmektedirler. Döllenen dişi simuliid 30-800 adet yumurta bırakabilmektedir. Döllenmiş dişiler sürü halinde gün batımı ve karanlığın başladığı zaman aralığındaki kısa sürede yumurtalarını akışkan olan su üzerindeki otlara bırakmaktadırlar. Bazı türler cm^2'ye 2000-3000 yumurta bırakabilmektedir. Karasinekler sadece hızlı akan sularda, barajlardan bırakılan sularda, özellikle hidro elektrik barajlarında tribünlerden çıkan sularda ve dağlardan nehirlere akan su kesimlerinde üremektedirler (Şekil 6) (5, 6, 26, 61, 63, 64).

Ergin simulidlerin davranışları otojenik (autogenous) veya anotojenik (anautogenous) oluşlarıyla ilgili olarak değişiklik gösterir. Örneğin anotojenik dişiler çoğunlukla daha fazla yumurta üretebilmek için kan ile beslenme ihtiyacı duyarlar ve özellikle gündüzleri konaklarından kan emmek için saldırmaktadırlar. Bazı türler, vücudun burun, kulak ve göz gibi organlarına girmek istemektedirler. Bu özellikleri, insanları ve evcil hayvanları rahatsız etmektedir. Erkekleri ise bitki özütü ile beslenmektedir. Simuliid sinekler özellikle gündüz 9.00 - 17.00 saatleri arasında maksimum aktivite göstermektedirler. Kan emen dişilerin ömrü 30 güne kadar uzarken bitki özütü ile beslenen erkekler ortalama 10 gün yaşamaktadırlar (5, 6, 26, 61, 63, 64).



Şekil 2. *Simulium* spp. yumurtaları (68)



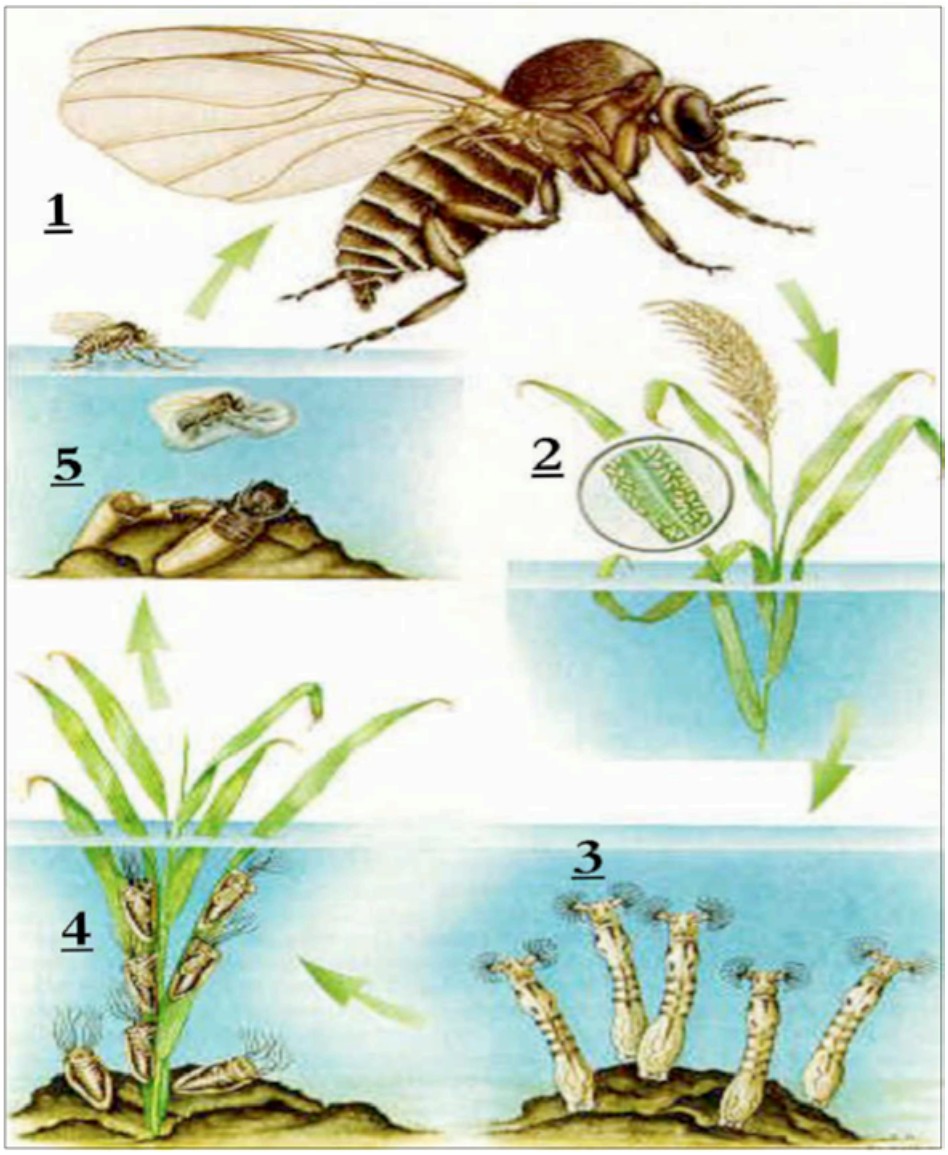
Şekil 3. *Simulium* spp. larvaları (68)



Şekil 4. *Simulium* spp. pupası (68)



Şekil 5. *Simulium lineatum* ergini (67)



Şekil 6. *Simulium* türlerinde hayat siklusu, 1. Ergin sinek; 2. Yumurta; 3. Larva; 4. Pupa; 5. Pupadan çıkış (67)

1.3. Sınıflandırılması

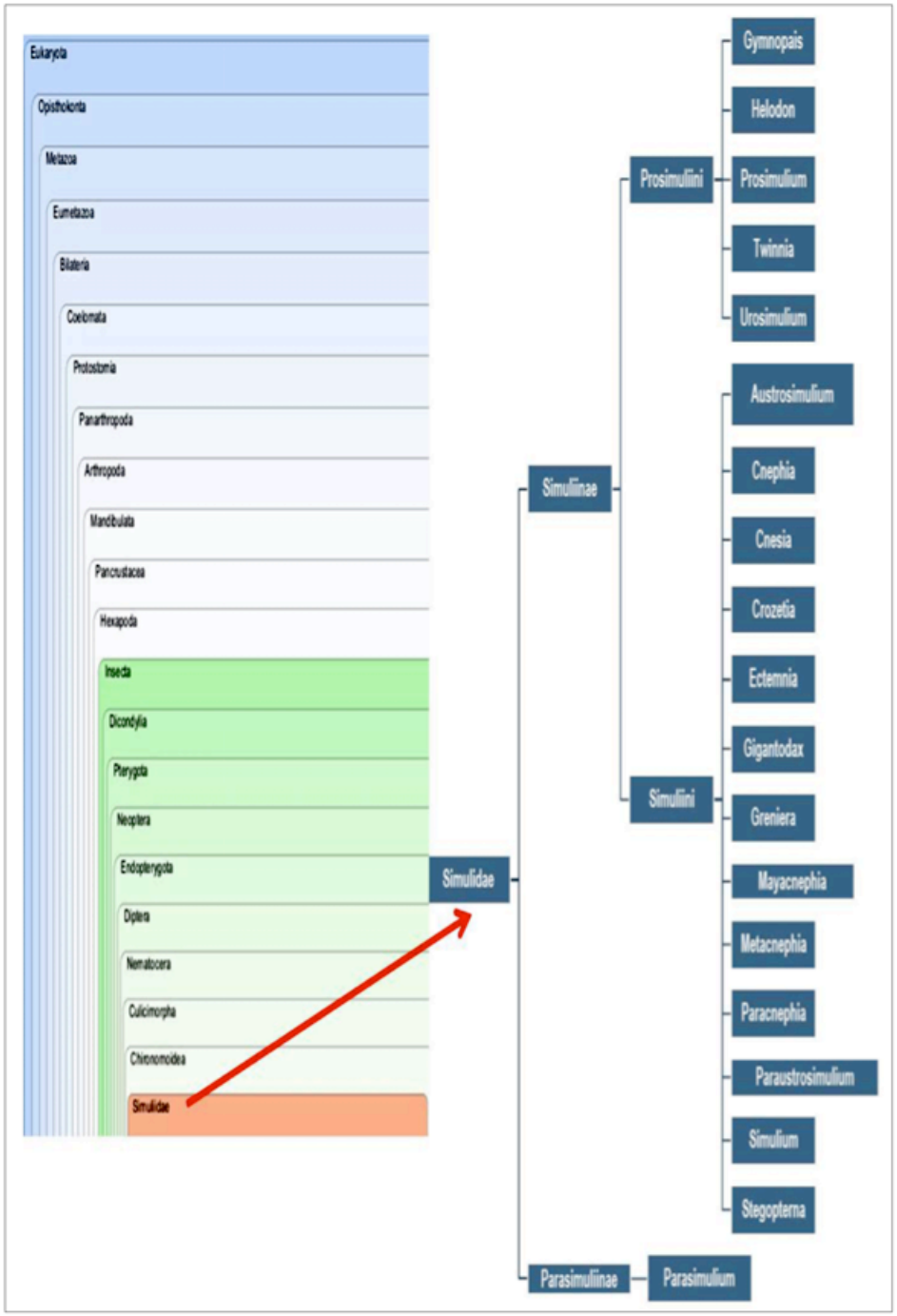
Simuliidae, morfolojik olarak oldukça homojen bir ailedir. Bu sinekler, medikal ve veteriner önemleri oldukça yüksek olmasına karşın genellikle ihmal edilmişlerdir. Simuliidlerin taksonomisinde çeşitli problemler vardır. Dünya üzerinde halen çeşitli bölgesel Simuliid faunalar hakkında bilgiler yetersizdir. Yeni bulunduğu alanlarda bunlarla ilgili olarak biyofarklılık araştırmalarına ve revizyoner çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bunu yanında hali hazırda supraspesifik klasifikasyon stabil olmayıp problemlidir. Birçok tür veya tür grupları yanlış soylarda klasifiye edilmektedir (5, 6, 26, 61, 63, 64).

Simuliidlerin taksonomik klasifikasyonu temel olarak larva, pupa ve erginlerin dış morfolojisine dayanmaktadır. Tür ayrımı morfolojik ve sitolojik olarak çok zordur (5, 16, 36). Bunun yanında bu aile için geniş çaplı kladistik filogenetik çalışmalar sadece birkaç çalışma ile sınırlıdır (5, 46, 47) (Şekil 7).

1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri

1.4.1. Larva ve Pupa

Simuliid sineklerin larva ve pupalarının toplanmasında en basit gereçlerden biri forsepslerdir. Larva ve pupaları su içerisinde bitki, moloz, taş, plastik ve cam gibi nerdeyse bütün materyallerin üzerinde bulunabilmektedir. Büyük ve debisi yüksek nehirlerde örnek toplamak amacıyla güvenli bir tahta veya köprü üzerinden nehire plastik tüp daldırma yöntemi kullanılabilmektedir. Bu yöntemde nehir içerisine bırakılan plastik tüpler günler sonra nehirden alınmaktadır. Böylece simuliid larva ve pupalar bu plastik tüp içerisine yerleşmektedir (5, 30). İdentifikasyonları yapılmak amacıyla küçük vialler içerisine alınan örneklerin etiketleme işlemi yapılmalı ve etiket üzerinde lokasyon (GPS bilgileri, yükseklik ve koordinatlar gibi), tarih ve toplayan kişinin adı ve soyadı yazılmalıdır. Etiketler küçük viallerin içerisine sığacak şekilde olmalıdır. Morfolojik identifikasyon amacıyla örneklerin bulunduğu viallerin içerisine %80-95'lik ethanol konulmaktadır. Bununla birlikte morfolojik teşhisi maksimum düzeyde yapabilmek amacıyla Carnoy fiksatifi (bire üç oranında glasiyal asetik asit ve %95-100'lük ethanol karışımı) olarak bilinen asetik ethanolden faydalanılmaktadır. Fulgen boyası ile sitolojik analiz (kromozom analizi) yapılacak örnekler mutlaka bu fiksatifin içerisine alınmalıdır. Asetik ethanol örnekler toplandıktan sonra derhal yenisiyle tazelenmelidir ve bu işlem bir saatlik bir süre içerisinde 2-3 kez tekrarlanmalıdır. Bu işlem kromozomal analizler için hayati öneme sahiptir.



Şekil 7. Simuliidae ailesinde yer alan soylar

Su sıcaklığının yüksek olması ve sudaki besin niteliğinin düşük oluşu kromozom analizlerinin kalitesini düşürmektedir. Moleküler analizler amacıyla örnekler %100'lük ethanol içerisine alınmalı ve bir saat içerisinde en az bir kere bu solüsyon tazelenmelidir (42, 54). Gerek ethanol gerekse asetik ethanol içerisindeki örnekler analizler gerçekleştirilinceye kadar karanlık bir ortamda ve sıfırın altında bir sıcaklıkta muhafaza edilmelidir. Fiksasyonu iyi yapılan larvalar eğer uygun ortamda saklanırlarsa 15 yıldan daha fazla süre sonra bile kromozom analizleri gerçekleştirilebilmektedir (5).

1.4.2. Ergin

Ergin sinekler küçük boyutlarına rağmen yakalanabilmektedirler. Yumurtlayan dişiler geç öğleden sonra su yüzeyinde uçuşurlar, yumurtaları bırakmak amacıyla yüzeye dalarlar, su yüzeyindeki bitkiler veya diğer ıslak objeler üzerinde çok yavaş bir şekilde hareket ederler. Bu esnada erginleri filelerle yakalamak mümkün olabilmektedir (28). Erginler çok nadiren çiçeklerin üzerinde görünürler ve bu sineklerin yumurtlama amacıyla topluluk olarak bir araya geldiklerini görmek oldukça zordur. Erginler su kenarlarında dinlenme halindeyken çok büyük çapta vejetasyon toplanarak da hem erkek hem dişi sinekler yakalanabilmektedir. Yakalanan erginler soğuk zincirde içerisinde %95'lik ethanol veya etil asetat gibi solüsyonlar bulunan vialler içerisinde moleküler ve morfolojik analizler amacıyla laboratuvara intikal ettirilmelidir (5).

Gerek larva gerekse pupa örnekleri uzun süreli saklama amacıyla %80'lik ethanol bulunan viallere transfer edilmeli ve karanlık bir ortamda muhafaza edilmelidir. Örnekler 15 ml'lik polietilen veya ethanolün buharlaşmasını engelleyici özellikteki vialler içerisine yerleştirilebilir. Saklama vialleri ethanolün buharlaşması ihtimaline karşı gün aşırı monitorize edilmelidir. İğneyle sabitlenmiş preparatlar, altında polietilen veya poliüretan köpük bulunan tepsilere yerleştirilebilir ve insektisitli/fungisidli kabinler içerisinde muhafaza edilebilir (5).

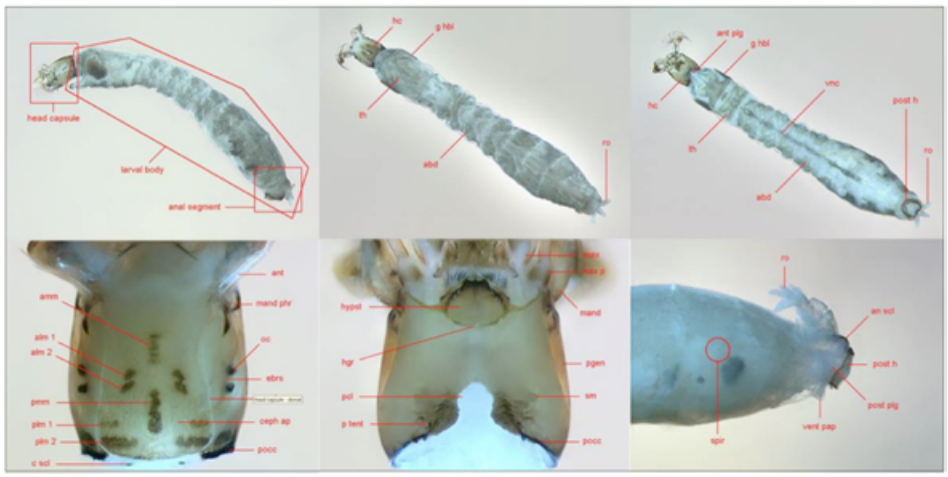
Morfolojik teşhis amacıyla larva ve pupalar, içerisinde sığ olacak şekilde ethanol veya asetik ethanol bulunan petriler içerisinde stero mikroskop altında incelenmelidir. Petri içerisindeki sıvı sıklıkla tazelenerek buharlaşmanın önüne geçilmelidir. Birkaç istisna haricinde larva identifikasyonu için diseksiyon veya preparasyona gerek yoktur. Hipostomal dişler genellikle stero mikroskop altında yeterince görülebilmektedir. Buna karşın *Prosimulium* ve *Hellichiella* soyundaki türlerin larvalarının teşhislerinde, hipostom kanada balzamı ve benzer medyumlarla prepare

edilmezse güçlük yaşanabilmektedir. Abdominal setaların basit veya dallanmış halde olduklarını saptayabilmek için bir parça kütikül abdomenden alınabilir ve bir damla %50'lik asetik asit ile geçici olarak lam üzerine monte edilebilir. Eğer rektal papillalar görülemiyorsa rektum larvadan diseke edilerek bir damla ethanol veya gliserin ile preparasyon haline getirilebilir. *Heladon* soyundaki larvaları *Prosimulium* larvalarından ayırt edebilmek için protorasik ön bacaklardan apikal eklemlerinin yan yüzeyindeki lateral skleritler görüntülenmelidir (5). Pupalar nadiren diseke veya prepare edilmektedir. Pupalarda torasik ve sephalik dorsumun yüzey yapıları bazen çok rahat teşhis edilebilmektedir. Ayrıca solungaçlar da bazen kolaylıkla lam üzerinde görülebilmektedir. Erginlerin büyük çoğunluğu ethanol içerisinde identifiye edilebilir, fakat renk kalıpları identifikasyonda önemlidir. Bu yüzden teşhiste ergin örneklerin kuru olması önem arz etmektedir. Bazı türlerin (*Psilopelmia* spp. vb.) ayrımında ıslak örneklerle kuru örneklerin renk skalaları tür ayrımını zorlaştırmaktadır. Taze erginler iğneyle sabitlenerek -20°C'de 5 hafta süresince kurumaya bırakılabilirler (65). Ethanol içerisindeki erginler etil asetat içerisine transfer edilerek yaklaşık bir saatlik bir sürede kurutulabilirler (62).

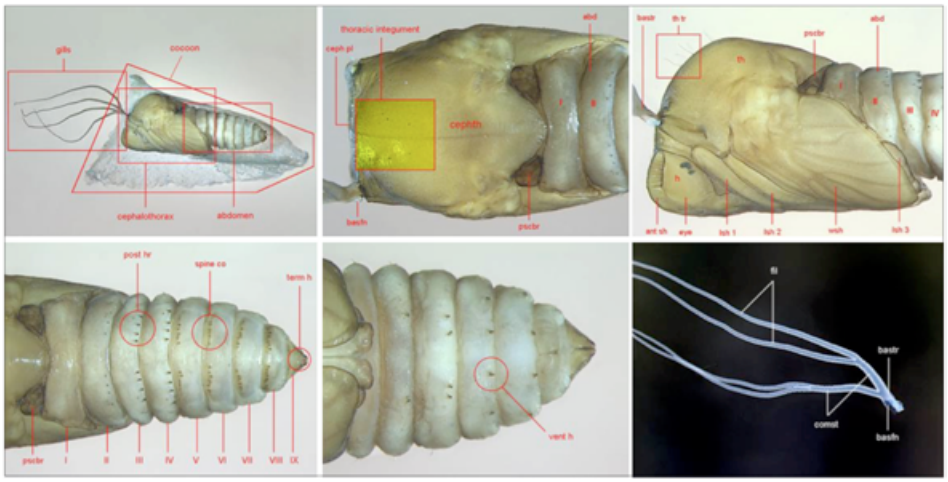
1.5. Tür tayin yöntemleri

Simuliidlerin tür tayini genellikle ergin sineklere nazaran larva ve pupa dönemleri üzerinden yapılmaktadır. Larva dönemlerinde tür tayini; antenlerin halkalı veya halkasız olması, "U" veya "H" şeklinde sephalik işaretlerin bulunup bulunmaması, sephalik apatomun geniş veya dar olması, sephalik izlerin görünebilirliğinin iyi veya kötü oluşu, baş çevresinin renginin koyu kahverengi, kahverengi, parlak kahverengiden yeşilimsi veya beyaz olması, hipostomun anterior sınırının derin bir şekilde veya yüzeysel olarak konkav oluşu, hipostomun şeklinin üç loplu veya diğer şekillerde olması, hipostomdaki dişlerin dar veya geniş ve uzun veya kısa oluşu, labral fanların bulunup bulunmaması, postgenal kleftin derinliğinin oranı, "H" şeklinde yapının bulunup bulunmaması, şeklinin kısa çentikli, yuvarlak, sivri uçlu, kısa, üçgen, flask şeklinde veya yamuk oluşu ve sınırının iyi görünüp görünmediği, vücut tüberküllerinin bulunup bulunmaması, rektal organın basit veya dallanmış oluşu, solungaç histoblastlarındaki filamentlerin sayısı, ventral papillaların bulunup bulunmaması, posterior halkanın lateralden genişliği, dorsal ve ventralden eşit olup olmadığı gibi morfolojik kriterlere göre yapılmaktadır. Pupa döneminde ise; kokonun şeklinin bot tarzında veya paket şeklinde oluşu,

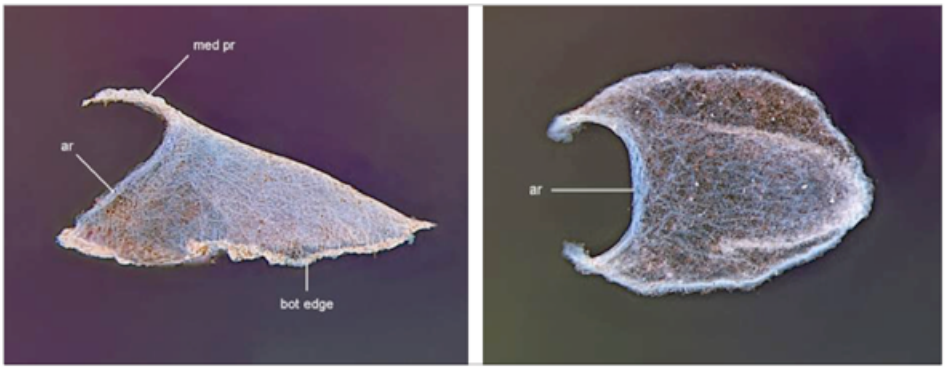
lateral ve median projeksiyonların bulunup bulunmaması, kokonda açıklığın bulunmaması, küçük veya büyük oluşu, pupadaki solungaç filamentlerin thorakstan uzun veya kısa oluşu, filamentlerin sayısı, filamentlerin geniş veya dar olması, lateralde çapa şeklindeki çengellerin bulunup bulunmaması, terminal çengelin büyük veya küçük oluşu, thorasik protuberansların bulunup bulunmaması ve thorasik trikomların basit veya dallanmış olması gibi kriterlere göre tür tayini yapılmaktadır (5).



Şekil 8. Simuliid larvalarının görünümü (43)



Şekil 9. Simuliid pupasının görünümü (43)



Şekil 10. Simuliid kokon görünümü (43)

1.6. Türkiye'de bulunan türler ve dağılımları

Türkiye'de günümüze kadar simuliid sinekler ve onların etkileri üzerine yapılmış çalışmalar sınırlı sayıdadır (10, 14, 17, 20, 21, 37-40, 52, 58, 68, 69). 1994 yılı ilkbaharında Erzurum'un bazı ilçelerinde günün güneşli saatlerinde küçük karasinek saldırıları sonucu yaklaşık 100 sığırın öldüğü vakada, sığırlara saldıran ve ölüme sebep olan küçük karasineklerin Almanya'da yapılan laboratuvar teşhisleri sonucu *Tetisimulium bezini* (Corti) (=*T. condici* Baranov) (Diptera, Simuliidae) olduğu bildirilmiştir (52). Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalında bir kadına ait idrar örneğinde *Simulium* sp. larvasının görüldüğü iddia edilmiştir (7). Kazancı ve Cleargue-Gazeau (40), Türkiye'de simuliid faunası üzerine ilk detaylı çalışmayı yapmış olup 22 tür (20'si yeni kayıt) rapor etmişlerdir. Takiben Cleargue-Gazeau ve Kazanc (14), Türkiye'de 26 türü (7'si yeni kayıt) bildirmişlerdir. Balık ve ark. (10), Dikili-Ayvalık yöresinde Yelköprü mağarası ve civarının sucul faunasının tespiti amacıyla yaptıkları çalışmada *Eusimulium angustitarse*'yi rapor etmişlerdir. Şirin ve Şahin (58), Sakarya Nehir Havzası'nda 23 türü (10'u yeni kayıt) kayıt etmişlerdir. Crosskey ve Zwick (17), Türkiye'nin Anadolu bölümünde 9 yeni türü tarif etmişlerdir. Yine Zwick (69), daha önce kaydedilmiş türlerin yeni istasyonlardan kayıtlarını vermiştir. Kazancı ve Ertunç (37), Türkiye simuliid faunasına ilişkin 19 türü (5'i yeni kayıt) ve bu türlerin bazı ekolojik özellikleri hakkında rapor sunmuşlardır. Aynı araştırıcılar (39), Türkiye'nin kuzey, batı ve güneyinden topladıkları örneklerde 15 tür (5'i yeni kayıt) identifiye ettiklerini belirtmişlerdir. Ertunç ve ark. (20), Yedi Göller Milli Parkı'nda simuliid faunası üzerine yaptıkları araştırmada 7 tür identifiye ettiklerini bildirmişlerdir. Ertunç (21), Türkiye'nin batısındaki bazı akarsu sistemlerinde

(Köyceğiz Gölü çevresi, Büyük Menderes Nehri çevresi ve Yedigöller Milli Parkı) simuliid faunası üzerine yaptığı çalışmada 1 alt familyaya ait 2 cins, 5 alt cins ve 17 tür saptadığını rapor etmmiştir. Kazancı ve Ertunç (37), Yeşilırmak Nehir Havzası'nın simuliid faunasını ve simuliid türlerin su kalitesi ile ilişkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 10 tür (1'i Yeşilırmak Havzası için ilk kayıt) identifiye ettiklerini belirtmişlerdir. Diğer yandan Yılmaz ve ark. (68), Kayseri-Nevşehir arasında kalan Orta Kızılırmak alanında *Simulium* enfestasyonlarının afet boyutundaki artışını rapor etmişlerdir. Yeşilöz ve Yıldırım (67) Türkiye'de ilk kez Kızılırmak nehrinin Nevşehir'in Ürgüp ve Gülşehir ilçelerinden geçen bölümünde *Simulium* (*Wilhelmia*) *lineatum*'un [sitogenetik (1) ve moleküler analizlerle (31) bu tür *S. (Wilhelmia) turgaicum* olarak revize edilmiştir] varlığını ortaya koymuşlardır. Gazyağcı (24) Kırıkkale ve Ankara yöresi Kızılırmak nehrinde *Simulium* türlerinin yayılışını izlemek üzere yaptıkları çalışmada *S. petricolum, S. equinum, S. pseudequinum, S. lineatum, S. balcanicum, S. erythrocephalum* ve *S. alajense* tür düzeyinde (7 tür), *S. angustipes* ve *S. ornatum* ise grup düzeyinde (2 grup) teşhis edip bu türlerden *S. petricolum, S. equinum* ve *S. erythrocephalum*'un Kızılırmak nehri havzasında ilk kayıt edilen türler olduğunu rapor etmiştir. Başören ve Kazancı (11) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 27 istasyondan örnekledikleri *Simulium* larva ve pupalarından morfolojik analizler ile iki cinse (*Prosimulium* ve *Simulium*) ait sekiz türün [*Prosimulium rufipes*, *Simulium* (*Obuchovia*) *auricoma*, *Simulium* (*Nevermannia*) *angustitarse*, *Simulium* (*Simulium*) *argyreatum*, *Simulium* (*Simulium*) *bezzii*, *Simulium* (*Simulium*) *ornatum*, *Simulium* (*Simulium*) *trifasciatum*, *Simulium* (*Simulium*) *variegatum*] varlığını kaydetmişler ve en fazla rastlanan türlerin *Simulium* (*Simulium*) *bezzii* (%36) ve *Simulium* (*Simulium*) *variegatum* (%39) olduğunu bildirmişlerdir. İnci ve ark. (32) Orta Kızılırmak Havzasından topladıkları simuliid larva örneklerinde morfolojik analizlerle *Simulium Wilhelmia lineatum, S. Wilhelmia balcanicum* ve *S. Wilhelmia* spp.'yi identifiye etmişlerdir. Aynı araştıcılar (32) sitogenetik kromozomal analizlerle larvaların *S. lineatum* ve *S. balcanicum* olduğunu teyit etmişlerdir.

Türkiye'de simuliid sineklerin moleküler identifikasyonu ve klasifikasyonu üzerine ilk moleküler tabanlı çalışmalarda (31-34, 67) Orta Kızılırmak havzasında pest problemine yol açan *S. Wilhelmia* altsoyunda bulunan simuliid türlerinin parsiyel mitokondriyal cytochrome oxidase subunit 1 (mt-COI) ve ribosomal complete internal transcript spacer 2 (ITS-2) ve parsiyel 28S gen bölgeleri karakterize edilmiş, dünyada ilk olarak genetik markerlar oluşturulmuş ve bu türlerin moleküler taksonomiye geçirilmesi sağlanmıştır.

Ayrıca yine aynı yörede yayılış gösteren *S. Wilhelmia* altsoyundaki *S. balcanicum, S. lineatum, S. turgaicum* türlerine ait larvaların kromozomal markerları ortaya çıkarılmıştır (1, 2). Bunun yanında Orta Kızılırmak Havzasında saptanan bu türlere bağlı meydana gelen simuliid enfestasyonunun hayvan ve insan sağlığına olumsuz etkileri sonucu ortaya çıkan ekonomik kayıplar da bilimsel verilerle ortaya konmuştur (25, 57). Erciyes Dağı akarsularından toplanan simuliid larva örneklerinin *S. bezzi* cyt2, *S. bezzi* cyt3, *S. velutinum* ve *S. ornatum* gruba dahil oldukları belirlenmiş ve tüm izolatların DNA barkodlaması yapılmıştır (18). Bu çalışmada *S. bezzii* Cyt 2 izolatının ribozomal ITS-2 gen bölgesine göre moleküler klasifikasyonu dünyada ilk olarak sağlanmış ve GenBank'a kaydı gerçekleştirilmiştir. Inci ve ark. (31), cytochrome c oxidase subunit 1 (COI) DNA barkodlamasına göre *Wilhelmia* alt soyundaki Palearktik kara sineklerde altı ortak tür tayin etmişlerdir. Türkiye ve Almanya'dan toplanarak kromozom ve moleküler analizleri yapılmış türlerde, tür içindeki genetik farklılığın %0,7-3,5, türler arasındaki genetik farklılığın ise %2,7-16,9 olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada filogenetik analizlerde *S. balcanicum*, *S. equinum*, *S. pseudequinum* ve *S. paraequinum* türlerinin monofiletik, *S. lineatum* ve *S. turgaicum* türlerinin ise parafiletik oldukları rapor edilmiştir.

1.7. Vektörlük açısından önemleri

Simuliidler bizzat kan emerek zarar vermeleri yanında, pek çok patojeni de nakletmektedirler. Bu şekilde patojenlere vektörlük yapmaları medikal ve veteriner önemlerini daha da artırmaktadır. Bu sinekler insan ve hayvanların ağız, burun delikleri, gözleri, kulakları başta olmak üzere vücudun değişik bölümlerine saldırarak rahatsızlık verirler. Çok az ses çıkarırlar ancak, aydınlanmış ortamlarda derhal derinin üzerine konarak kan emerler. Genellikle çok sayıda ortaya çıkarlar, kümes hayvanları ve diğer çiftlik hayvanlarına sürüler halinde saldırarak hayvanların solunum yollarını tıkayarak ve/veya toksinleri (similotoksikozis) ile ölümlere sebebiyet verebilmektedirler. Bu sineklerin sokmaları oldukça irritatiftir. Vücudun açıkta kalan bölümlerini, özellikle yüz ve boyun bölgelerini sokmaktadırlar. Simuliid karasinekler tarafından insanlara nakledilen en önemli parazitler *Onchocerca volvulus* ve *Mansonella ozzardi* türü nematodlardır. Bu türler, dünyanın Afrotropikal ve Netropikal bölgelerinde yaklaşık 17 milyon insanın yakalandığı "onchocerciasis veya nehir körlüğü" olarak bilinen hastalıktan sorumludurlar. Dişi karasinekler memeli hayvanlarda *Onchocerca volvulus*, *O. gutturosa*, *O. cervipedis*, *O. dukei*, *O. lienalis*, *O. ochengi*, *O. ramachandrini*, *O. tarcicola*, *Dirofilaria ursi*, *Splendidofilaria fallisensis*, *Mansonella ozzardi*,

Trypanosoma cervi ve kanatlılarda *Leucocytozoon anatis*, *L. smithi*, *L. caulleryi*, *Hemoproteus nettionis*, *Try. confusum*, *Try. numidae* ve *Try. avium* gibi parazitlerin yanında çeşitli arboviral ve bakteriyel patojenlerin de vektörlüğünü yapmaktadırlar (4, 5, 26, 61).

Tıbbi önemlerinin yanında, simuliidler akarsu ekolojisinin temelini oluşturmaktadırlar. Zira bu sineklerin aquatik gelişim evreleri, bulundukları sudaki çözünmeyen organik maddelerin filtrasyonunu sağlayarak besin zincirinde suyun içilebilir hale gelmesine katkıda bulunmaktadır. Karasinekler, temiz su kaynaklarının çevre kirliliğine karşı düzenli kontrollerinde de çok önemlidirler. Çünkü aquatik gelişim evreleri nehirler gibi temiz su yataklarının organik ve inorganik kontaminantlara (örn., şeker fabrikası atıkları, çiftliklerden gelen hayvansal atıklar, tarıma açık ekilip biçilen alanlardan çevreye yayılan zirai mücadele ilacı insektisitler ve gübreler) karşı oldukça duyarlıdır. Karasinekler, ayrıca morfolojik olarak türlerin oluşumunun ve retikulat evrimin anlaşılmasında da özel bir evrimsel öneme sahiptirler (4, 5, 26, 61).

Simuliid türlerin çoğu küçük derelerde yaşamaya özelleşmiş olup normal şartlarda pest davranışı göstermezler. Pest davranışı gösteren simuliid türleri, ya "habitat spesiyalistleri" ya da "habitat generalistleri" karakterlidirler. Habitat spesiyalistleri, dünyanın en büyük nehirlerinde ürerlerken habitat generalistleri genellikle dünyanın her hangi bir yerinde küçük derelerde ve orta büyüklükteki nehirlerinde koloni oluşturmaktadırlar. Bu yüzden pest durumu tipik olarak iki yolla olmaktadır: a) 100 m'den daha geniş büyük nehirlerde koloni oluşturarak (specialization), (b) farklı genişlikteki en küçük derelerde ve nehirlerde koloni oluşturarak (generalization). Her iki olgu da ekonomik probleme neden olacak yeterli seviyede popülasyon artışına yol açmaktadır. Nitekim her iki yoldan da, Türkiye'de Kızılırmak nehrinde yapıldığı gibi besinlerin kalite ve miktarının artmasını sağlayan barajların inşasıyla afet boyutunda simuliid enfestasyonuna ulaşılmıştır. Simuliid sineklerin pest ve vektörlük problemleri, dişilerin kan emmek için konak aramalarının bir sonucudur. Pest karakterli simuliid bir tür için "dünyanın bazı bölgelerinde kontrol programlarında hedef alınan veya büyük ekonomik kayıpların sebebi olarak kabul edilen tür, pesttir" tanımı yapılmıştır. Bu tanımlama ile dünyada çok sayıda simuliid türü pest olarak kabul edilmiştir (4-6). Bütün simuliid türlerin %60'ı ve pest türlerin %80'i multivoltindir. Dolayısıyla pest olan türlerin çoğu pest olmayan türlere nazaran multivoltin özellik göstermektedir. Multivoltinizm simuliid türlerde sezon boyunca popülasyon sayısında artışlara sebep olarak pest durumunu teşvik

etmektedir. Benzer şekilde küresel iklim değişikliği de pest problemine katkı sağlamaktadır. Dünyanın geçirmiş olduğu en az dört buzul devriyla alakalı iklim değişiklikleri simuliid popülasyonların daralmasına ve genişlemesine neden olmuştur. Günümüzde yüksek yerlerde yaşayan simuliid türlerin sayısı geçmişe oranla çok daha yaygın hale gelmiştir. Küresel ısınmaya bağlı olarak bu türler daha yüksek kesimlerde fragmente olmaya başlamışlardır. Tropikal simuliid türler ise nem atmosferden salınıp buzulların içine girdiği dönem süresince çöllerde fragmente olmuşlardır. Buzul döngüler, popülasyon fragmentasyonlarına sebep olmuş ve genetik çeşitliliğin artmasını sağlamıştır. Dolayısıyla buzul döngüler, biyo çeşitliliğin jeneratörleri olmuşlardır. Küresel ısınmayla birlikte ısınan su kaynaklarında bu ısı artışı ile larval dönemlerin vücut büyüklükleri ve dolayısıyla dişi erginlerin yumurtlama ve erkeklerin dölleme kapasitesi arasında bir korelasyon bulunmaktadır. Bu durum, polinomal bir ilişkiyi göstermekte olup larva boyutu, optimum olmayan sıcaklıklarda azalmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda, muhtemelen artan bakteri ve alg üretimine bağlı olarak larva boyutlarında hafif bir artış görülmektedir. Bu durum da göstermektedir ki, simuliid larvalarının hayatta kalabilmeleri için optimal bir sıcaklık söz konudur. Su sıcaklığındaki artış veya azalma larva ölümlerinde de artışa neden olmaktadır. Ayrıca su sıcaklığındaki artışa bağlı olarak larvaların gelişim süreleri de kısalmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda, larvalar hayatta kalmak ve daha fazla enerji için daha az yağ depolamaktadırlar. Isı ve larva gelişimi arasındaki ilişki, ergin davranışlarını direkt olarak etkilemektedir. Örneğin, su sıcaklığının 1°C artması, 19 °C'den 20 °C'ye çıkması, pest *Simulium vittatum* türünün otojen yumurta üretiminde %50'ye varan bir azalmaya yol açmaktadır. Bu değişiklik, yumurta üretiminin larval dönemdeki yağ rezevlerinin azalmasına yol açmakta ve bunun sonucunda da ergin dişiler agresif bir halde kan ile beslenme ihtiyacı hissetmektedirler. Dolayısıyla, bu davranış normalde pest olmayan bir simuliid türünün pest karaktere dönüşmesine yol açmaktadır. Kısaca 1°C'lik ısı artışı bile pest problemlerinin artışı için yeterli olabilmektedir. Öte yandan normal faunanın yaşadığı doğal ekosistemlerde oluşturulan yapısal değişiklikler de pest karakterlerin görülmesinde önemli olabilmektedir (4-6). Nitekim Türkiye'de Kayseri'de inşa edilen Yamula barajından sonra Orta Kızılırmak havzasında afet boyutunda yaşanan *Simulium* enfestasyonu bunun en bariz örneğini oluşturmuş, yörede yayılış gösteren *S. Wilhelmia* altsoyundaki *S. balcanicum*, *S. lineatum*, *S. turgaicum* türleri tarafından oluşturulan enfestasyon sonucu hayvan ve insan sağlığı olumsuz etkilenmiş, bölgede özellikle turizm sahasında büyük ekonomik kayıplar yaşanmıştır (32, 66-68).

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

Simuliid sinekler arthropoda anacı içerisinde mücadelesi en zor grubu oluşturmaktadırlar. Bu sineklere karşı mücadele stratejilerinde ve kontrol programlarında öncelikli olarak yeterince epidemiyolojik veriye ulaşılmış olması gerekmektedir. Bu çerçevede problemin temel dinamikleri bilimsel olarak ortaya konmalıdır. Temel problem dinamikleri saptandıktan sonra mücadele programları hazırlanmalı ve kullanılacak ilaçlar doğru seçilmeli ve hedef dışı canlılara asla zarar verilmemelidir. Simuliid sineklere karşı mücadele stratejisinde temel konsept ve hedef, parazitin aquatik gelişme dönemlerinin popülasyonunu tamamen yok etmek yerine azaltmak olmalıdır. Her ne kadar simuliidlere karşı başarı sağlamak çok zor olsa da, geliştirilecek strateji ve taktiklerle başarı oranı artırılabilmektedir (3-6, 26, 61, 63, 67, 68).

Bu sineklerin mücadele edilmesi en zor olan aquatik gelişme formu yumurta dönemidir. Yumurtalara karşı etkili her hangi bir ilaç veya ilaçlama şekli söz konusu değildir. Bununla beraber su yataklarında yapılacak fiziki düzenlemeler (ıslah çalışmaları vb.) ve suyun debisinde meydana getirilecek ani azaltma ve yükseltme gibi su rejimindeki değişikliklerle kısmen başarı elde edilebilmektedir. Simuliidlere karşı mücadelede en yüksek başarının sağlandığı dönem larva dönemidir. Özellikle erken larva dönemlerinde doğru seçilmiş larvisid, tekniğine uygun, yeterli dozda kullanılır ise başarı oranı çok yüksek olmaktadır. Ergin sineklere karşı mücadele etmek ve başarılı olmak çok zordur. Ergin simuliidlere karşı kimyasal mücadele çok tercih edilen bir durum değildir. Bununla birlikte şayet stratejik olarak yumurta bırakılmasında bir azalma yaratacağına kanaat getirilmişse bazı kritik dönemlerde kimyasal mücadele de yapılabilmektedir (3-6, 26, 61, 63, 67, 68).

2.1. Bireysel Kontrol

Karasinekler tarafından taciz edilen insanlar, uygun elbise, repellent kullanımı veya bu sineklerin aktif oldukları saatlerde dış ortamda bulunmama gibi bireysel yöntemlerle kendilerini bir nebze de olsa koruyabilirler. Karasinekler genellikle gündüz saatlerinde ve özellikle havanın bulutlu olduğu zaman periyotlarında aktiftirler. Dişi sinekler için koyu renkli özellikle de koyu mavi renkli elbiseler çok çekiciyken, parlak renkli elbiseler cazip değildirler. Fermuarlı ve bol elbiseler, uzun kollu gömlekler, pantolon paçalarının çorapların içerisine sokulması ve botlar simuliid sineklerden mekanik olarak korunmaya yardımcı olmaktadır. Sık

örülmüş şapkalar da insanların baş ve boyunlarını saldırılara karşı koruyabilmektedir (5). Vücuda ince bir şekilde uygulanan repellentler karasineklere karşı iyi bir koruma sağlamaktadır. İçerisinde "N,N-diethyl-m-toluamide", "2-ethyl-1", "3 hexanediol", "sitronil" ve "dimetil pithalat" gibi kimyasallar bulunan ticari repellentler oldukça etkilidir. Bu repellentleri vücuda uygularken özellikle göz, ağız ve buruna uygulamamaya dikkat edilmelidir. Elbiselerin üzerine sürülen repellentler çok daha uzun etkili olabilmektedir. Bu amaçla ticari olarak repellent emdirilmiş özel ceketler bulunmaktadır. Repellentlerin kullanımı esnasında çok dikkatli olunmalıdır ki bütün repellentler gerek insan gerekse hayvanlar için toksik etkili olabilmektedir (5).

Evcil hayvanların karasinek istilasına karşı korunması amacıyla, özellikle bu sineklerin üreme yerlerinden mümkün olduğunca uzak alanlarda yetiştirilmesi, simuliidlerin çok aktif oldukları periyotlarda hayvanların barınaklarda kapalı tutulması ve hayvanlara insektisit veya repellentlerin uygulanması sağlanmalıdır. Hayvanlar için özellikle içerisi karanlık olan barınaklar karasineklerden korunmada önemlidir. Üç tarafı kapalı ve üzerinde çatı olan barınaklar genellikle simuliid saldırılarından korunmada yeterli olmaktadır. Barınakların giriş ve çıkışında hayvanlara insektisit veya repellent uygulaması yapılmalıdır. Bu uygulama hayvanların tüm vücutlarını kapsamalıdır. Bu amaçla elektrostatik spreyler oldukça kullanışlıdır. Bu spreyler, hayvanların tüm vücudunu kaplamaları, az miktarda solüsyonun yeterli olması ve kısa sürede uygulanabilirliği açısından avantajlara sahiptirler. Evcil hayvanların saldırılardan korunmasında eskiden beri kullanılan en etkili koruyucu yöntemlerden biri de hayvanların çam katranı ile karıştırılmış balık yağı (59), don yağı ve çam katranı (53), gazyağı ile karıştırılmış katran (13), bir miktar sülfür ile karıştırılmış tren yağı (44) gibi maddelerle yağlanmasıdır. Bu uygulamalar halen daha modern dünyada da kullanılmaktadır.

Gerek hayvanların gerekse insanların simuliid istilasından korunmasında en etkili yöntemlerden birisi de dumanlamadır. Karasinekler yoğun dumanlamaya maruz kaldıklarında ortamdan uzaklaşırlar. İnsanlar özellikle evlerinin veya çadırlarının etraflarında veya hayvan barınaklarında dumanlama yaptıklarında kendilerini ve hayvanlarını koruyabilmektedirler. Ayrıca tütün mamulü kullanan kişilerde içerisindeki nikotine bağlı olarak simuliid saldırılarından kurtuldukları bildirilmiştir (5).

2.2. Fiziksel Kontrol

Simuliid larva ve pupalarının akarsu ve nehirlerde yaşam alanlarını en aza indirgemek amacıyla yapılan fiziksel kontrolde su yüzeyindeki ağaç dallarının, yaprakların ve diğer molozların uzaklaştırılması yöntemleri eskiden beri kullanılabilmektedir. Ancak bu metot uygun substratları ihtiva eden kumlu ve alüvyonlu nehirlerde kullanılabilirken, dibinde taş ile dolu nehirlerde iyi sonuçlar vermemektedir. Ayrıca nehirlerde vejetasyonu öldüren herbisidlerin kanal boyunca uygulanması da larvaların tutunabilecekleri alanların ortadan kaldırılmasından ötürü başarılı sonuçlar verebilmektedir (5).

Nehirlerdeki larva popülasyonlarının azaltılmasında veya aksine artmasında baraj yapımlarının da etkisi büyük olmaktadır. Baraj yapılan nehirlerde baraj faaliyete geçmeden önce ilkbahar aylarında kar sularının erimesi ve yağışların etkisi ile nehirde seller meydana gelmekte, nehir tabanındaki bitki örtüsü temizlenmekte ve sellere bağlı olarak nehir yatağı alüvyon içermektedir. Barajların faaliyete geçmesi ile birlikte nehir debisi sabitlenmekte ve nehir tabanındaki su bitkileri çok yıllık bitkiler haline dönüşmektedir. Bu bitkiler simuliid larvalarının yaz-kış tutunabilmesi için uygun bir ekosistem haline gelmektedir. Ayrıca barajlar nehirde adeta bir süzgeç görevi görerek nehrin temizlenmesine neden olmakta olup bu durum, dişi simuliidler yumurtalarını bol oksijenli temiz akarsulara bıraktıkları için, bu su ortamı ergin sinekler için çok uygun bir yumurtlama alanı oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak ergin dişi karasineklerin yumurtlayabileceği, larvalarının su altı bitkilerine kolaylıkla tutunabileceği ve bu bitkiler üzerinde kolaylıkla yaşam döngüsünü devam ettirip önce pupa, daha sonra ergine dönüşebileceği uygun bir ekosistem haline gelmesi salgınlara sebep olabilmektedir (5). Ancak buna karşın baraj yapımına bağlı olarak nehirlerdeki su seviyelerinin kontrol altında tutulabilmesi ile istenildiği zaman su seviyesinin en aza indirilmesine bağlı olarak nehir tabanındaki vejetasyonun ve dolayısıyla larva popülasyonunun azaltılması da mümkün olabilmektedir (5, 68).

2.3. Kimyasal Kontrol

Simuliid sineklerin kimyasal kontrolü amacıyla 1800'lü yılların sonuyla 1900'lü yılların başında nehirlere gaz yağı, toz halinde prethrum, karbon bisülfid, toz halinde *Anamirta cocculus* meyvesi ve tütün sabunu uygulaması yapılmıştır. Ancak bu maddelerin büyük miktarlarda uygulanması sonucu sudaki balık ve diğer akuatik insektlerde yoğun ölümler meydana geldiği

görülmüştür (55). Daha sonraki yıllarda dikloro difenil trikloroethan (DDT)'nin keşfine bağlı olarak bu uygulamaların yerini DDT uygulaması almıştır. Uzun yıllar DDT uygulaması gerek elle gerekse hava yoluyla uygulanmış ve çok sayıda simuliid larvasının öldürülmesine yol açmıştır. Ancak DDT de diğer komponentler gibi sudaki hedef dışı canlıların ölümüne neden olmuştur. 1960'lı yıllarda uzun süreli DDT kullanımına bağlı olarak direnç gelişmiş ve 1980'li yıllarda DDT'nin yerine sentetik insektisitler kullanılmaya başlanmıştır (56). Özellikle metoksiklor sahada uygulanmaya başlanmıştır. Klorinat hidrokarbon türevi olan metoksiklor etkili olması, suda hızlıca çözünebilmesine bağlı olarak biyomagnifikasyon problemlerini elimine etmesi ve özellikle de çevreci bir kimyasal olması nedeniyle popüler bir yöntem olarak DDT'nin yerini almıştır. Metoksiklor genellikle larvisid olarak kullanılmış ancak ergin kontrolünde de kullanılmıştır (12). Benzer şekilde bir organofosfat türevi olan abate de etkili olması, çevrede düşük kalıntı bırakması, memelilerle sudaki hedef dışı canlılara karşı düşük toksisiteye sahip olması gibi özelliklerinden dolayı larva mücadelesinde kullanılmıştır (12). Yine organoklorin türevi olan heptaklor da potansiyel larvisid olarak keşfedilmiş ancak saha şartlarında kullanım alanı bulamamıştır. Ergin mücadelesinde ise organofosfat türevi dibrom kullanılmıştır (19).

2.4. Biyolojik Kontrol

Simuliidlerin biyolojik kontrolünde çeşitli mantarlar, nematodlar ve bakteriler kullanılmaktadır. Simuliidlere özgü bir mantar olan *Coelomycidium simuli* in vitro kültive edilebilen bir mantar olup laboratuvar şartlarında simuliid larvalarında enfeksiyon meydana getirebilmektedir (51). Karasineklerin biyolojik kontrolünde en etkili canlılardan biri mermithid nematodlardır. *Mesomermis flumenalis* ile yapılan laboratuvar çalışmalarında bu nematodun simuliidlerin birinci dönem larvalarının %80'nini öldürdüğü bildirilmiştir (15). Ayrıca saha şartlarında uygulamaya başlandığında *Simulium verecundum*'un birinci dönem larvalarının %70'nin öldüğü rapor edilmiştir. Ancak bu nematodların sahada uygulanması amacıyla *in vitro* kültivasyonda kullanılan üretim maliyetinin çok pahalı olması sebebiyle bu uygulama yerini diğer metotlara bırakmıştır (45). Bunun yanında karasinekleri doğal olarak enfekte etmeyen bazı patojen ve parazitler ile simuliid larvalarına karşı laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Sivrisineklerin mantarı olan *Culicinomyces clavosporus* ve *Tolypoclaidum cylindrosporum* türleri ile simuliid larvalara karşı laboratuvar çalışmalarında yeterli virulent sağlanamamış ve başarısız olunmuştur (49). Benzer şekilde

trematodlardan *Plagiorchis noblei* ve nematodlardan *Romanomermis culicivorax* türleri ile yapılan çalışmalarda da etkin sonuçlar elde edilememiştir (35).

Günümüzde simuliid mücadelesinde tercih edilen yöntem *Bacillus thuringiensis* variety *israilensis* (*Bti*) uygulamasıdır. *Bti*'nin yaygın olarak kullanımından önce, özellikle kelebeklere karşı patojenik olan çeşitli *B. thuringiensis* suşlarıyla simuliidlere karşı denemeler yapılmış ve bu suşların, ancak yüksek dozlarda ve uzun süreli uygulanırsa mücadelede etkili olabildiği görülmüştür. Zira bu suşlarda *Bti*'nin delta endotoksin adı verilen oldukça yüksek toksisiteye sahip komponenti bulunmamaktadır. Sivrisineklerde *Bti*'nin keşfinden iki yıl sonra laboratuvar denemelerinde bu suşun simuliid larvaları için oldukça toksik olduğu belirlenmiştir (29). Bu keşiften sonra *Bti*'nin simuliid larvalarıyla mücadele edilmesi konusunda birçok çalışmalar yapılmıştır (8, 9, 23, 50). *Bti*'nin ergin simuliidlere karşı laboratuvarda bağırsaklara uygulanması sonucu ergin sineklerde de %100 ölüme sebep olduğuna dair tek bir çalışma yapılmıştır (41). Laboratuvar çalışmalarını takiben sahada yapılan çalışmalarda *Bti*'nin sudaki hedef dışı insekt ve balıklara hiçbir zararının olmadığı gözlemlenmiştir (5). Şu anda simuliid mücadelesinde tüm dünyada kullanılan en etkili yöntem olan *Bti*'nin konak özgünlüğü, muazzam etkinliği, insan sağlığı açısından son derece güvenilir olması ve maliyetinin son derece uygun olması gibi avantajları bulunmaktadır. Günümüzde *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti, serotip H-4) 10-25 ppm/1 dk dozunda kullanılmakta ve her 3-5 km'de bir tekrarlanmaktadır. Larvicid ilaç, mücadele havzasında Mart ve Kasım ayları arasında (9 ay) her ay aynı dozda ve aynı istasyonlarda tekrarlanarak uygulanmalıdır. Sahada yapılan simuliid mücadelesinde *Bti*'nin ilk uygulamada %90, sonraki uygulamalarda ise %99 oranında ölümlere neden olduğu belirlenmiştir (5).

3. KAYNAKLAR

1. Adler, PH, İnci A, Yildirim A, Düzlü Ö, Mccreadie JW, Küdela M, Khazeni A, Brüderovâ T, Seitz G, Takaoka H, Otsuka Y, Bass J. Are black flies of the subgenus wilhelmia (Diptera: Simuliidae) multiple species or a single geographical generalist? Insights from the macrogenome. Biol J Linn, 2015,114: 163-183.
2. Adler PH, İnci A, Yildirim A, Seitz G, Düzlü Ö. Chromosomal insights into the pest status of the subgenus Wilhelmia in Turkey. 5th International Simuliid Symposium, Slovakya, 3-7 Eylül 2012.
3. Adler PH, Cheke RA, Post RJ. Evolution, epidemiology, and population genetics of black flies (Diptera: Simuliidae). Infect Genet Evol, 2010, 10(7): 846-865.
4. Adler PH, Crosskey RW. 2010. World Blackflies (Diptera: Simuliidae): A Comprehensive Revision of the Taxonomic and Geographical Inventory. http://entweb.clemson.edu/biomia/pdfs/blackflyinventory.pdf
5. Adler PH, Currie DC, Wood DM. 2004. The Black Flies (Simuliidae) of North America. Cornell University Press in Association with the Royal Ontario Museum, USA, p. 941.
6. Adler PH, McCreaide JW. 2002. Black flies (Simuliidae). Mullen G, Durden L. Eds. In: Medical and Veterinary Entomology. First edition, Academic Press, pp. 184-202.
7. Akarsu GA, Güngör Ç, Yergök HİÇ, Şimşek İ. Bir idrar örneğinde Simulium larvası. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, 2003, 56: 131-134.
8. Atwood DW. Distribution, abundance, control and field observations of the southern buffalo gnat, Cnephia pecuarum (Diptera: Simuliidae), in Arkansas and Texas. 1996, PhD thesis, University of Arkansas, Fayetteville. pp. 127.
9. Atwood DW, Robinson JV, Meisch MV, Olson JK, Johnson DR. Efficacy of Bacillus thuringiensis var. israilensis against larvae of the southern buffalo gnat, Cnephia pecuarum (Diptera: Simuliidae), and the influence of water temperature. J Am Mosquito Contr, 1992, 8: 126-130.
10. Balık S, Ustaoğlu MR, Özbek M, Taşdemir A, Topkara ET. Yelköprü Mağarası (Dikili, İzmir) ve yakın çevresinin sucul faunası hakkında bir ön araştırma. EÜ Su Ürünleri Dergisi, 2002, 19: 221-225.
11. Başören Ö, Kazancı N. Contribution to the knowledge of Simuliidae (Diptera, Insecta) fauna of Turkey: Eastern Black Sea Region. Int Rev Hydrobiol 2012; 2:121-130.
12. Blake BJ, Cooper GS, Helson BV, Kirby CS, Curry CA, McEven FL, Wilson DW. Controlling mosquitos and blackflies in Ontario. Ministry of the Environment, Toronto, 1981, pp. 22.
13. Cameron AE. Some blood-sucking flies of Saskatchewan. Agricultural Gazette of Canada, 1918, 5: 556-561.
14. Clergue-Gazeau M, Kazancı N. Türkiye Simuliidae (Insecta: Diptera) Faunası II: Çeşitli akarsu sistemlerinden toplanmış türlere ekolojik bir yaklaşım. Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 1992, 13: 17-32.
15. Colbo MH. Persistence of Mermithidae (Nematoda) infections in black fly (Diptera: Simuliidae) populations. J Am Mosquito Contr, 1990, 6: 203-206.

16. Crosskey, RW. 1981. Simuliid taxonomy. Laird M. Ed. In: Black flies: the future for biological methods in integrated control. Academic Press, London, pp. 3-18.
17. Crosskey RW, Zwick H. New faunal records with taxonomic annotations for the Blackflies of Turkey (Diptera: Simuliidae). Aqutaic Insects, 2007, 29: 21-48.
18. Demircioğlu A, İnci A, Adler PH, Yildirim A, Düzlü Ö, Önder Z, Çiloğlu A. Investigation and molecular characterization of Simulium species in the streams of Erciyes Mountain in Turkey. VI International Simuliidae Symposium, Torino, İtalya, 16-19 Eylül 2014, pp.37-37.
19. Elliot L. Biting back. Adirondack Life, 1983, 14(3): 37-40.
20. Ertunç Ö, Türkmen G, Kazancı N. Research on Simuliidae (Insecta: Diptera) fauna of Yedigöller National Park (Bolu, Turkey). Review of Hydrobiology, 2008, 2: 81-92.
21. Ertunç Ö. 2009. Türkiye'nin Batısındaki Bazı Akarsuların Simuliidae (Insecta: Diptera) Faunası Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
22. Fredeen F. Black flies of the agricultural areas of Manitoba, Saskatchewan and Alberta. Proc Int Congr Entomol, 1956, 10: 819-823.
23. Frommer RL, Hembree SC, Nelson JH, Remington MP, Gibbs PH. The susceptibility of Simulium vittatum larvae (Diptera: Simuliidae) to Bacillus thuringiensis var. israilensis in the laboratory. Mosquito News, 1980, 40: 577-584.
24. Gazyağcı AN. Kırıkkale ve Ankara yöresi Kızılırmak nehrinde simuliidae türlerinin yayılışı, Doktora Tezi. Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner Parazitoloji AD, Kırıkkale 2011.
25. Gray EW, Adler PH, Sariözkan S, İnci A, Yildirim A, Düzlü, Ö. Economic losses associated with black flies in Turkey. North American Black Fly Association, 12th Annual Meeting, Georgia, ABD, 22 Şubat - 23 Nisan 2014, pp.2-2.
26. Gray EW, Adler PH, Coscaron-Arias C, Coscaron S, Noblet R. Development of the first blackfly (Diptera: Simuliidae) management program in Argentina and comparison with other programs. J Am Mosq Control Assoc, 1999, 15: 400-406.
27. Gray EW, Adler PH, Noblet R. Economic impact of black flies (Diptera:Simuliidae) in South Carolina and development of a localized suppression program. J Am Mosq Control Assoc, 1996, 12(4): 676-678.
28. Golini VI, Davies DM. Relative response to colored substrates by ovipositing blackflies (Diptera: Simuliidae). I. Oviposition by Simulium (Simulium) verecundum Stone and Jamnback. Can J Zool, 1975 , 53(5):521-535.
29. Hembree SC, Frommer RL, Remington MP. A bioassay apparatus for evaluating larvicides against black flies. Mosquito News, 1980, 40: 647-650.
30. Hunter FF, Burgin SG, Wood DM. New techniques for rearing black flies from pupae (Diptera,Simuliidae). J Am Mosquito Contr, 1994, 10: 456-459.
31. Inci A, Yildirim A, Duzlu O, Onder Z, Ciloglu A, Seitz G, Adler PH. Genetic diversity and identification of palearctic black flies in the subgenus Wilhelmia (Diptera: Simuliidae). J Med Entomol, 2017, doi: 10.1093/jme/tjw246. [Epub ahead of print].
32. İnci A, Yıldırım A, Düzlü Ö. Orta Kızılırmak Havzasında sorun oluşturan karasinek (Diptera: Simuliidae) türlerinin moleküler klasifikasyonu ve vektörlük

potansiyellerinin real time PCR ile araştırılması. TÜBİTAK Proje No: 111O426, 2014.

33. İnci A, Yildirim A, Düzlü Ö, Adler PH, Bişkin Z, Çiloğlu A, Yeşilöz H, Demircioğlu A, Seitz G. Molecular characterization of blackflies (Diptera: Simuliidae) collected from Kizilirmak river in Nevşehir province of Turkey. 5th International Simuliid Symposium, Slovakya, 3-7 Eylül 2012.
34. İnci A, Yildirim A, Düzlü Ö, Adler PH, Önder Z, Çiloğlu A, Yeşilöz H, Demircioğlu A, Seitz G. Orta Kızılırmak Havzasında sorun oluşturan karasinek (Diptera: Simuliidae) türlerinin moleküler klasifikasyonu. 18. Ulusal Parazitoloji Kongresi, Denizli, Türkiye, 29 Eylül-5 Ekim 2013.
35. Jacobs P, Rau ME, Lewis DJ. Factors affecting the acquisition of Plagiorchis noblei (Trematoda: Plagiorchiidae) cercaria by black fly (Diptera: Simuliidae) larvae and the effect of metacercaria on host survival. J Am Mosquito Contr, 1993, 9: 36-45.
36. Jitklang S, Kuvangkadilok C, Baimai V, Takaoka H, Adler PH. Cytogenetics and morpho taxonomy of the Simulium (Gomphostilbia) ceylonicum species group (Diptera: Simuliidae) in Thailand. Zoo taxa, 2008, 1917: 1-28.
37. Kazancı N, Ertunç Ö. Simuliidae (Insecta, Diptera) türlerinin Yeşilırmak Nehri Havzası (Türkiye)'nın sucul habitat kalitesini belirlemede indicator olarak kullanılmaları. Review of Hydrobiology, 2010, 3: 27-36.
38. Kazancı N, Ertunç Ö. Bazı Simuliidae (Insecta: Diptera) türlerinin habitat özellikleri. EÜ Su Ürünleri Dergisi, 2008a, 25: 319-323.
39. Kazancı N, Ertunç Ö. On the Simuliidae (Insecta, Diptera) fauna of Turkey. Review of Hydrobiology, 2008b, 1: 27-36.
40. Kazancı N, Clergue-Gazeau M. Simuliidae de Turquie. I: Premieresdonneesfaunistiques et biogeographiques (Diptera, Simuliidae). Annales de Limnologie, 1990, 26: 45-50.
41. Klowden MJ, Bulla LA, Stoltz RL. Susceptibility of larval and adult Simulium vittatum (Diptera: Simuliidae) to the sulubilized parasporal crytal of Bacillus thuringiensis israilensis. J Med Entomol, 1985, 22: 466-467.
42. Koch DA, Duncan GA, Parsons TJ, Pruess KP, Powers TO. Effects of preservation methods, parasites, and gut contents of black flies (Diptera: Simuliidae) on polymerase chain reaction products. J Med Entomol, 1998, 35(3): 314-318.
43. Lechthaler W, Car M. 2005. Simuliidae - Key to Larvae and Pupae from Central and Western Europe. EUTAXA, CD-Edition, Vienna, Austria, 1 CD-ROM.
44. Marlatt CL. Report of a trip to investigate buffalo gnats. Insect Life, 1889, 2:7-11.
45. Molloy DP, Jamnback H. A larval black fly control filed trial using mermithid parasites and its cost implications. Mosquito News, 1977, 37: 104-108.
46. Moulton JK. Can the current molecular Arsenal adequately track rapid divergence events within Simuliidae (Diptera)? Mol Phylogenet Evol, 2003, 27: 45-57.
47. Moulton JK. Molecular sequence data resolves basal divergences within Simuliidae (Diptera). Syst Entomol, 2000, 25: 95-113.
48. Myburgh E, Nevill EM. Review of blackfly (Diptera: Simuliidae) control in South Africa. Onderstepoort J Vet Res, 2003, 70: 307-316.
49. Nadeau MP, Boisvert JL. Larvicidal activity of the entomopathogenis fungus Tolypocladium cylindrosporum (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on the

mosquito Aedes triseriatus and the black fly Simulium vittatum (Diptera: Simuliidae). J Am Mosquito Contr, 1994, 10: 487-491.

50. Nixon KE. The effect of Simulium vittatum Zett. (Diptera: Simuliidae) larval feeding behavior on the efficacy of Bacillus thuringiensis serotype H-14 (de Barjac). 1988, MS thesis, University of Manitoba, Winnipeg, pp. 150.
51. Nolan RA. Mass production of pathogens. pp. 319-324. In M. Laird (ed.) Blackflies: The future for biological methods in integrated control. Academic Press, New York, pp. 399.
52. Özbek H, Hayat R, Aslan İ. Erzurum'un bazı ilçelerinde simuliid (Diptera, Simuliidae) salgını. Türk Entomol Derg, 1995, 19: 37-42.
53. Pearce J. An application for buffalo gnat bites. Insect Life, 1888, 1:15.
54. Post RJ, Flook PK, Millest AL. Methods for the preservation of insects for DNA studies. Biochem Syst Ecol, 1993, 21: 85-92.
55. Riley CV. Report of the entomologist. USA Department of Agriculture Report, 1887, 1886:459-592.
56. Rodrigues CS, Molloy D, Kaushik NK. Laboratory evaluation of microencapsulated formulations of chlorpyrifosmethyl against black fly larvae (Diptera: Simuliidae) and selected nontarget invertabrates. Can Entomol, 1983, 115: 1189-1201.
57. Sariözkan S, İnci A, Yildirim A, Düzlü Ö, Gray EW, Adler PH. Türkiye'de Kapadokya bölgesinde Simulium (Wilhelmia) türlerinin (Diptera: Simuliidae) istilasinda oluşan ekonomik kayıplar. Türkiye Parazitol Derg, 2014, 38; 116-119.
58. Sirin Ü, Sahin Y. New records of blackflies (Diptera, Simuliidae) for the Turkish fauna. Zoology in the Middle East, 2005, 36: 99-104.
59. Skipwith PH. Formula for buffalo gnat application. Insect Life, 1888, 1:143.
60. Steelman CD. Effects of external and internal artropod parasites on domestic livestock production. Ann Rew Entomol, 1976, 21: 155-178.
61. Stoops CA, Adler PH. Feeding behavior of larval blackflies (Diptera: Simuliidae) with and without exposure to Bacillus thuringiensis var israelensis. J Vector Ecol, 2006, 31: 79-83.
62. Vockeroth JR. A method of mounting insects from alcohol. Can Entomol, 1966, 98:69-70.
63. Wall R, Shearer D. Veterinary Ectoparasites: Biology, Pathology and Control. Second Edition, Blackwell Science Ltd., 2001, pp. 104-106.
64. Williams RE. Veterinary Entomology Livestock and Companion Animals. CRC Press, 2010, pp. 40-43.
65. Wood DM, Davies DM. Some methods of rearing and collecting black flies (Diptera:Simuliidae). Proceedings of the Entomological Society of Ontorio, 1966, 93:99-129.
66. Yeşilöz, H. Orta Kızılırmak Havzasının Nevşehir Bölümünde Sorun Oluşturan Karasinek (Diptera: Simuliidae) Türlerinin Moleküler Klasifikasyonu. Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Parazitoloji Anabilim Dalı, Kayseri, 2011.

67. Yeşilöz, H., Yıldırım A. Orta Kızılırmak Havzasının Nevşehir bölümünde sorun oluşturan karasinek (Diptera: Simuliidae) türlerinin moleküler klasifikasyonu. Turkiye Parazitol Derg, 2015, 39: 33-40.

68. Yılmaz A, İnci A, Tunçbilek ŞA, Yeşilöz H, Koçak O, Şirin Ü, İça A, Yıldırım A, Demircioğlu A, Düzlü Ö. Orta Kızılırmak havzasında karasinek (Simulium (Wilhelmia) lineatum) (Diptera: Simuliidae) istilası. ERÜ Vet Fak Derg, 2007, 4: 91-95.

69. Zwick H. On a small collection of wild-caught adult black flies (Diptera: Simuliidae) from Turkey. Entomologist's Monthly Magazine, 2007, 143: 100.

BÖLÜM 5

TABANIDLER

(Diptera: Tabanidae)

VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Doç. Dr. A. Onur GİRİŞGİN

Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, Bursa

1. ARTROPOD VEKTÖR

Tabanidae ailesine ait sinekler, halk arasında büvelek, at sineği, güvem, göven, öven gibi adlarla bilinen, genelde iri yapılı türleri içermektedir. Tüm dünyada geniş bir yayılım gösteren bu sineklerin özellikle dişileri çeşitli evcil ve yabani hayvanlar ile insanlardan kan emerek beslenmekte ve bazı patojen etkenlere vektörlük yapmaktadır. Bununla birlikte hayvanların etrafında uçuşurken ve kan emerken verdikleri kaşınma hissi ve huzursuzluk nedeniyle et ve süt veriminde düşüklüğe sebep olurlar (17, 19).

Tabanid sinekler başta nemli ve sıcak iklime sahip bölgeler olmak üzere, Antarktika hariç tüm dünyada bulunmaktadır. Bazı türlerinin mevsimsel varlıklarının 60° Kuzey enlemine kadar çıkabildiği, fakat ağaçsız bölgelerden itibaren gözükmedikleri bildirilmiştir. Erişkin sinekler genellikle orman ve çalıların hâkim olduğu alanlarda ya da otsu bitkilerin bulunduğu bataklık, sulama kanalları, dere ve göl kenarlarında yaşarlar. Tabanidler yaşadıkları yörelerde mevcut bakteriyel, viral ve paraziter hastalıklara vektörlük yaparak salgınlara neden olmakta ve geniş alanlara hastalık bulaştırmaktadır (12, 19).

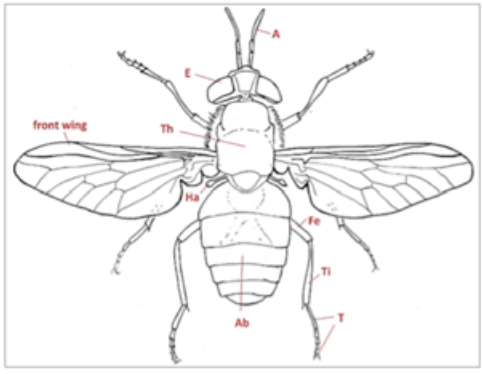
1.1 Morfolojileri

Tabanidler iri yapılı veya orta büyüklükte, boyları 5 – 30 mm uzunlukta değişen sineklerdir. Tabaninae türleri nispeten büyük (10 – 30 mm), *Chrysops* ve *Haematopota* cinsleri nispeten küçük (5 – 13 mm) sineklerdir. Yapıları sağlam ve uçma kabiliyetleri yüksektir. Vücutları baş, göğüs ve karın olmak üzere üç kısımdan oluşur.

Başları geniş, üç köşeli, arkası düz ve kubbelidir. Başın büyük bir kısmını kaplayan bir çift iri gözleri ve alın gözleri mevcuttur. Gözleri üzerinde bulunan değişik sayı ve renkteki bant ve lekeler, cins ve tür ayrımında kullanılan morfolojik özelliklerdir. Gözler erkeklerde birbirine çok yakınken, dişilerde frontal bant adı verilen bir aralıkla birbirinden ayrılmıştır. Öne doğru yönelen üç segmentli (scape, pedicel, flagellum) antenlerinin şekilleri türlere göre değişmektedir. Deriyi delme amaçlı, uzunluğu cinslere göre değişen hortumları vardır (Şekil 1 ve 2) (13, 17).



Şekil 1. *Pangonius* cinsi Tabanid sinek (orijinal)



Şekil 2. Tabanid sineklerin anatomik yapısını gösteren çizim (www.batdiet.com)

Göğüs kısmı üçe ayrılır. Göğüs bölümlerindeki çıkıntı, lop ve şekiller türlere göre farklılık gösterir. *Tabanus* ve *Hybomitra* türlerinde kanatlar saydam ve kahve renkli, *Chyrsops* türlerinde geniş boyuna bantlı, *Haematopota* türlerinde ise rozet formunda desenlidir. Kanatların damarlanma şekli sabittir (17) (Şekil 3).

Karın 10 segmentlidir ve son üç segmenti şekil yönünden değişikliğe uğrayarak dış eşey organlarını oluşturmuştur. Segmentler üzerinde türlere göre değişen renk ve büyüklüklerde lekeler bulunmaktadır (17).

Bacaklar sırası ile koksa, trohanter, femur, tibia ve tarsus olmak üzere 5 kısımdan oluşan tipik insekta bacağıdır. Tarsusların uç kısmında bir çift kuvvetli tırnak ve bunların altında iyi gelişmiş 3 adet pulvillus bulunur (17).



Şekil 3. Üç yaygın cinsin genel görünümü ve anten yapıları (1)

1.2. Yaşam döngüleri

Tabanidler tam metamorfoz geçiren (holometabol) sineklerdir, gelişmeleri ortalama bir yılda tamamlanır. Erişkin sinekler 4 – 6 hafta yaşar. Tabanidae türleri gelişmelerinde yumurta, larva ve pupa olmak üzere üç devre geçirirler. Pupadan çıkan dişi sinekler çiftleşip kan emdikten 4 – 7 gün sonra yumurtlamaya başlar. İnce ve silindirik şekilde olan yumurtalarını günün genellikle sıcak, güneşli saatlerinde suya yakın olan yerlere, su yüzeyindeki otların sap ve yaprakları üzerine, kaya kenarlarına, akarsu kenarındaki taşlara/yarıklara, durgun havuzlara sıralar halinde 30 – 1000

adet bırakırlar (Şekil 4). *Chrysops* cinsi yumurtalarını tek sıra halinde bırakırken, *Haematopota* 2 – 3 sıra, *Tabanus* 3 - 4 sıra halinde bırakır (20).

Yumurtanın içinde larvanın gelişmesi (embriyogenezis) 4 – 8 gün arasında değişmekte ve bazen bu süre üç haftaya kadar uzamaktadır. Larvaları silindir biçiminde, grimsi beyaz renkte ve vücutları kitin yapısında bir baş kapsülü, üç göğüs segmenti ve sekiz karın segmentinden oluşmaktadır (Şekil 5). Larva dönemlerinin sayısı türlere göre 6 – 11 arasında değişmekle birlikte bu sayı aynı türler içinde bile değişebilmektedir. Yumurtadan çıkan larvalar kısa süre içinde gömlek değiştirerek ikinci dönem larva haline geçerler. Son larva döneminde iken sonbaharda toprağın 5 – 10 cm altına girerek kış aylarını diapoz halinde inaktif olarak geçirirler (8, 19). *Tabanus* ve *Haematopota* larvaları karnivordur, küçük solucanlarla ve diğer sineklerin larvalarıyla beslenir, bazen kanibalizm gösterirler. *Chrysops* larvaları ise bitki artıklarıyla beslenir. Bu sebeple *Chrysops* larvaları karnivor larvalara göre doğada daha fazla gözlenirler (8, 17, 19).

İlkbaharda havaların ısınmasıyla birlikte larvalar nemli/ıslak toprağa hareket eder ve buralarda pupa devresine girerler. Obtekt yapıdaki pupaları toprak üzerinde, su kenarında otların yapraklarında veya taşların üzerinde bulunur. Pupada kalma süresi ortam koşullarına göre 5 – 7 günden 2 – 3 haftaya kadar değişmektedir. Pupa devresi tamamlanınca erişkin sinekler pupa kabuğunu delerek dışarı çıkarlar. Karasal iklimde yılda bir nesil verirlerken sıcak iklimlerde yılda birden fazla nesil verirler (9, 11, 17, 19) (Şekil 6).



Şekil 4. Bir yaprağın üzerine çoklu sıralar halinde bırakılmış Tabanid yumurtaları (Foto: Bob Barber)



Şekil 5. *Tabanus* larvası (Foto: Joyce Gross)



Şekil 6. *Tabanus americanus* pupası (Foto: Sturgis McKeever)

Pupadan yeni çıkan ergin sinek beslenmek için kan aramadan önce çiftleşir. Erkek sinekler genelde sabahın erken saatlerinde havada bir topluluk halinde bulunur ve dişi sinekler bu topluluğun arasına girer. Çiftleşme

havada başlar, yerde tamamlanır ve ortalama 5 dakika sürer. Çiftleşen dişiler beslenmek için kan aramaya çıkarlar ve bu ilk beslenme birçok türde ovaryumların gelişmesi için gereklidir. Bazı Tabanid türleri kan emmeden de yumurta üretebilirlerse de, bu sineklerin ikinci nesil yumurta üretebilmeleri için mutlaka kan emmeleri gerekmektedir (9, 20).

1.2.1. Beslenme ve konak tercihleri

Konakçı özelliği göstermeyen Tabanid sineklerin sadece dişileri kan emmek için omurgalıları tercih etmektedir. Erkekleri ise çiçek özsularıyla beslenir. Daha çok tek tırnaklılar ve ruminantlar olmak üzere birçok memeliden kan emerler ve nadiren kuşlardan da beslenebilirler. *Chrysops vittatus*, *C. fuliginosus*, *Hybomitra illota*, *Tabanus nigrovittatus*, *T. marginalis*, *T. sparus* gibi bazı türlerin insanlardan kan emdiği bildirilmiştir. Tabanidlerin konak seçiminde konağın kokusu, karbondioksit ve görsel uyaranlar rol oynamaktadır. *Chrysops* ve *Haematopota* türleri daha çok hayvanların baş ve boyun bölgelerinden; *Tabanus*, *Hybomitra* ve *Atylotus* türleri ise sırt, karın ve bacaklardan kan emerler. Dişi sinekler saldırdıkları hayvanlar tarafından rahatsız edilmezlerse 1,5 – 5 dakika kan emerler (9, 13, 17) (Şekil 7). Emilen kan miktarı *Tabanus* ve *Hybomitra* türlerinde sinek ağırlığının 1,5; *Chrysops* ve *Haematopota* türlerinde ise sinek ağırlığının 3 katı kadardır (20).



Şekil 7. Kan emen Tabanid sinekler (Kaynak: Cornell Üniversitesi Entomoloji Bölümü)

1.2.2. Tükürük özellikleri

Tabanidler, telmofaj-hematofaj (havuzdan-kanla beslenen) özellikte sineklerdir. Sık aralıklarla ve fazla sayıda farklı bireylerden, kesici ağız organelleri ile parçaladıkları bölgeden sızan kan ile beslenirler ve sonra başka bir konağa saldırarak aynı işlemi tekrar ederler. Ağız organelleri ile deriyi parçalama işlemi oldukça acı vericidir. Bu parçalama esnasında enfeksiyöz etkenleri sınırlı bir süre içerisinde diğer bir konağa nakledebilirler. Isırdıkları bölgeden kanın pıhtılaşmadan sızmasını sağlamak için genel olarak trombini inhibe edici/platelet birikimini önleyici krizoptin gibi tükürük enzimleri kullanmakla birlikte, bu amaçla, doku geçirgenliğini arttıran hyaluronidaz enzimini de kullanabilmektedirler (8, 15). Bu salgılar nedeniyle sinek kan emip uzaklaştıktan sonra da oluşan yara bir süre kanamaya devam eder.

1.2.3. Aktivitelerini etkileyen koşullar

Gündüzleri uçarlar ve beslenirler, nadiren gece beslendikleri de görülebilir. Günlük aktiviteleri meteorolojik koşullara (ısı, nem, ışık yoğunluğu vb.) göre değişkenlik gösterir. Soğuk günlerde (13°C ve altı) inaktif olarak dinlendikleri yerde saklanırlar. Orta yükseklikte olan bölgelerde 15 – 16 °C 'den daha düşük sıcaklıklarda faaliyetleri durur. Buna karşılık sıcaklığın 19 – 20 °C 'ye yükselmesi halinde toplu olarak uçmaya başlarlar ve sıcaklık 25 °C 'yi bulunca en yüksek aktiviteye ulaşırlar. Bazı istisnai durumlar dışında rüzgârlı, yağmurlu ve soğuk havalarda uçamazlar (17, 20).

Varlıkları iklim, yükseklik, hava durumu gibi etkenlere bağlı olmakla beraber, genel olarak ilkbahar sonundan itibaren sonbahar başlangıcına kadarki dönemde görülen yaz aktiviteli sineklerdir. Avrupa'da Tabanidlerin ilk ortaya çıkışı bölgelerin coğrafi yüksekliğine bağlı olarak değişmekle birlikte Güney Avrupa'da Mart, Orta Avrupa'da Mayıs, Kuzey Avrupa'da Haziran aylarında uçmaya başlarlar. Ülkemizde ise İç Anadolu bölgesindeki bir çalışmaya göre Tabanidlerin Mayıs ayının ikinci yarısında ortaya çıktığı, Eylül ayında ise hiçbir türe rastlanmadığı belirlenmiştir (17).

1.3. Sınıflandırılması

Tabanidae ailesi dünya çapında 144 cins altında ortalama 4400 tür ve alttüre sahiptir. Türkiye'de ise 173 tür tespit edilmiştir. Aile kendi içinde üç alt aileye ve soylara bölünmüştür (Tablo 1). Tabanidlerin Chrysopsinae ve Tabaninae alt ailesine mensup türleri ekonomik öneme sahiptir (1, 12, 18).

Tablo 1. Tabanidlerin alt aile, soy ve sık karşılaşılan cinsleri (12, 17)

Alt aile	**Soy**	**Sık görülen cinsler**
Pangoniinae	*Pangoniini*	*Apatolestes*
		Stonemyia
		Pangonius
	Scionini	*Goniops*
Chrysopsinae	Bouvieromyiini	*Mercomyia*
	Chrysopsini	*Silvius*
		Chyrsops
Tabaninae	Diachlorini	*Diachlorus*
		Chlorotabanus
		Leucotabanus
		Dasyramphis
		Philipomyia
	Haematopotini	*Haematopota*
	Tabanini	*Tabanus*
		Atylotus
		Hybomitra
		Therioplectes

1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri

Sinekleri konağı üzerinden toplamak, var olan türleri ve dağılımlarını belirlemek için en basit ve direk uygulanabilecek yöntemdir. Bu işlem hayvanların dinlendikleri yerlerde veya bir/birkaç hayvanı açığa çekerek yapılabilir. *Chrysops* ve *Diachlorus* gibi cinsler ağaçlık araziler içinde yürürken tespit edilebilir. Yakalama amacıyla hava atrapları (kelebek ağı) kullanılır. Ağaçlık arazide yavaş sürülen araçların üzerine özellikle dişi sineklerin geldiği, 'station wagon' tipi aracın arka bagajının açılmasıyla aracın iç kısmına sineklerin doluştuğu tespit edilmiştir. Yakalama amacıyla ayrıca ısı/ışık, karbondioksit, koku ve özel yapışkan tuzaklar da kullanılabilir. Doğadan yeteri kadar larva toplamak zor bir işlemdir. Akarsu kenarlarında yüzen larvalar özel elekler ile toplanabilir (6).

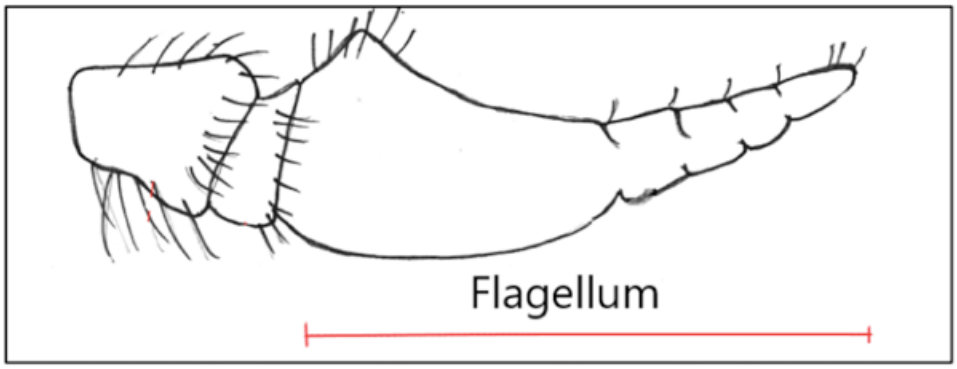
Ergin veya larva formunda toplanan sinekler geçici veya daimi olarak %70'lik etanol veya %5'lik formol içerisinde saklanabilir. Ergin sinekler iğneyle tablaya tutturulabilir. Şeffaflaştırma işlemi yapılmak isteniyorsa Nesbitt sıvısı, laktofenol solüsyonu veya %10-30'luk Potasyum hidroksitten

yararlanılır. Toplanan numuneler moleküler çalışmalarda ve DNA için kullanılacaksa %95-99 gibi yüksek oranda alkol içerisinde tutulmalı veya derin dondurucuda saklanmalıdır (7).

1.5. Tür tayin yöntemleri

Tabanidler diğer sineklerden çıplak gözle kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Cins ve tür teşhisleri vücutlarının kafa, göz, bacak, anten, kanat gibi parçalarının şekline, büyüklüğüne ve üzerlerindeki kıl/çıkıntı varlığına göre yapılmaktadır. Mevsime göre cins/tür dağılımları değişebilmektedir. Tür teşhisleri uzmanlık gerektiren bu sineklerin en sık görülen bazı cinslerinin teşhisi genel olarak şu şekilde yapılabilir: (14, 16)

- **Tabanus cinsi**: Ailenin en iri cinsidir. Kanatları düz şeffaf renklidir. Anteninin ucu (flagellum) beş segmentlidir, birinci segmenti boynuz benzeri bir yapıdadır (Şekil 3 ve 8).
- **Haematopota cinsi**: Benekli veya koyu bantlı kanatları vardır. Gözleri zikzak çizgilidir (Şekil 3). Anteninin ucu dört segmentlidir.
- **Chrysops cinsi**: Tek, geniş ve koyu bantlı kanatlara, lekeli/benekli gözlere sahiptir. Proboşisi kafasından uzun değildir (Şekil 3). Anteninin ucu beş segmentlidir.
- **Silvius cinsi:** Antenin ikinci parçası kısa olup birincinin yarı boyundadır.
- **Pangonius cinsi**: Antenin üçüncü parçası kısa bir bazal kısımla yedi halkadan yapılmıştır.



Şekil 8. *Tabanus* cinsi sineğin anteni ve flagellum kısmı (www.batdiet.com'dan uyarlama)

1.6. Ülkemizde bulunan türler ve dağılımları

Türkiye'de 12 soya bağlı 173 tür ve 15 alt tür saptanmıştır (20).

Tabanus Soyu: Tabanus türleri Türkiye'nin tüm bölgelerinde yüksekliği 650 – 1600 m arası değişen yaşam alanlarında geniş bir yayılım gösterir. Daha çok Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında, dere kenarındaki çayırlar, meyve bahçeleri, ekili alanlar, orman içindeki açık alanlar ve meskenlerde bulunurlar (20).

Chrysops Soyu: Karadeniz hariç tüm bölgelerde, yüksekliği 650 – 1300 m arası değişen yaşam alanlarında, Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında aktivite gösterirler. Genellikle dere ve göl kenarlarındaki çayırlar, ekili alanlar ve meyve bahçelerinde bulunurlar (20).

Haematopota Soyu: Güneydoğu Anadolu hariç tüm bölgelerde, 650 – 1500 m arası değişen yaşam alanlarında, Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında aktivite gösterirler. Genellikle dere ve göl kenarlarındaki çayırlar, ekili alanlar ve meyve bahçelerinde bulunurlar (20).

Hybomitra Soyu: Marmara, Ege, Akdeniz, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde 750 – 1200 m yükseklikte, dere kenarındaki çayırlar, ekili alanlar, meyve bahçelerinde, Haziran - Temmuz aylarında bulunur (20).

Diğer soylar: Türkiye'de sık görülen Hybomitra, Atylotus, Therioplectes, Stonemyia, Pangonius, Silvius, Nemorius, Dasyrhamphis ve Philipomyia soyları da yaz aylarında benzer yüksekliklerde ve ülkenin çeşitli bölgelerinde bulunabilmektedir (20).

1.7. Vektörlük açısından önemleri

Tabanidler, kan emen sinekler sınıfında mekanik olarak bulaştırmadan sorumlu en önemli sinek gurubudur. Sivrisinek ve çeçe sineği gibi diğer kan emen sinekler patojenleri genelde biyolojik olarak bulaştırır. Tabanid ısırıkları, dermal nodüller gibi yerel reaksiyonlara sebep olur ve miyazis enfestasyonlarına zemin hazırlar (1).

1.7.1. Vektörün taşıdığı patolojik etkenler

Tabanidler bazı patojen etkenlere vektör olmaktadır. Hastalığa neden olan Tabanid cinsleri ve hastalıklara ait bilgiler tablo halinde aşağıda gösterilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Tabanidler tarafından bulaştırılan hastalık etkenleri (Deneysel enf. hariç)

Hastalık etkeni	**Vektörler**	**Coğrafi dağılım**	**Bulaşma**
Artropod			
Dermatobia hominis (İnsan miyaz sineği)	*Tabanidae*	Orta ve Güney Amerika	Mekanik
Virüs			
At enfeksiyöz anemisi (Bataklık ateşi)	*Tabanus, Hybomitra, Chyrsops spp.*	Tüm dünyada	Mekanik
Sığır lösemisi	*Tabanus spp.*	Tüm dünyada	Mekanik
Domuz kolerası	*Tabanus spp.*	Dünyada yaygın fakat Kuzey Amerika, Avustralya, Yeni Zelanda ve Güney Afrika'da kökü kazınmış	Mekanik
Kaliforniya ensefalit	*H. lasiophthalma* *C. cincticornis* *C. obsoletus*	Kuzey Amerika	Mekanik
Batı at ensefalit	*T. nigrovittatus*	Kuzey Amerika	Mekanik
Kene kaynaklı ensefalit	*T. flavicornis*	Tüm dünyada	Mekanik
Sığır vebası	*T. orientis*	Asya, Avrupa (kökü kazınmış)	Mekanik
Sığır viral diyare (BVD)	*Haematopota pluvialis*	Tüm dünyada	Mekanik
Influenza	*Atylotus agrestis*	Tüm dünyada	Mekanik
Bakteri / Riketsia			
Anaplasma marginale	*Tabanus spp.*	Tüm dünyada, özelikle tropik ve subtropik bölgelerde	Mekanik
Francisella tularensis (Tularemi)	*Chyrsops spp.*	Kuzey Amerika, Rusya, Japonya	Mekanik
Bacillus anthracis (Antraks/Şarbon)	*Tabanus, Haematopota, Chyrsops spp.*	Tüm dünyada	Mekanik
Borrelia burgdorferi	*Chrysops spp., Hybomitra spp., Tabanus spp.*	Kuzey yarımküre	Bilinmiyor
Coxiella burnetii (Q humması)	*T. staegeri*	Tüm dünyada	Mekanik
Clostiridium perfringens, Fusobacterium necrophorum	*Tabanidae*	Tüm dünyada	Mekanik

Protozoon			
Besnoita besnoiti	*Tabanus, Atylotus spp.*	Güney Amerika, Güney Avrupa, Afrika, Asya	Mekanik
Trypanosoma evansi (Surra)	*Tabanus, Haematopota, Chyrsops spp.*	Güney Amerika, Kuzey Afrika, Asya, Hindistan	Mekanik
T. vivax (Souma)	*Tabanus spp.*	Güney Amerika, Afrika	Mekanik
T. equinum (Mal de Caderas)	*Tabanus spp.*	Orta ve Güney Amerika	Mekanik
T. theileri (patojen değil)	Tüm türler	Tüm dünyada	Mekanik ve biyolojik (dışkısıyla)
T. congolense	Atylotus agrestis	Afrika	Mekanik
Haemoproteus metchnikovi	Chrysops callidus	Tüm dünyada	Mekanik ve Biyolojik
Filariyal nematodlar			
Loa loa	*Chyrsops spp.*, özellikle *C. dimidiatus, C. silaceus*	Orta Afrika	Biyolojik
Elaeophora schneideri	*Hybomitra, Tabanus spp.*	Kuzey Amerika, Güney Avrupa	Biyolojik
Dirofilaria repens	*Haematopota variegata*	Akdeniz ülkeleri, Sahra altı Afrika ve Doğu Avrupa	Biyolojik
D. roemeri	*Tabanus spp., Dasybasis spp.*	Avustralya	Biyolojik

Tablo 2'den de görülebileceği gibi, Tabanid sinekler gerek biyolojik gerekse mekanik vektörlük yaparak insan ve hayvanlara çeşitli hastalıklar bulaştırmaktadır.

1.7.1.1. Etkenin morfolojisi, hayat devresi, klinik bulguları

Yukarıdaki tabloda bahsedilen patojenlerin oluşturduğu önemli bazı hastalıklarla ilgili bilgiler şu şekildedir:

Dermatobia hominis (Diptera: Oestridae)
İnsan bot sineği veya Torsalo da denir. Meksika'dan Arjantin'e kadarki bölgelerde bulunur. Larvası insan ve hayvanlarda furunküler miyazis oluşturur. Özellikle sığırlarda önemli ekonomik kayıplara neden olur.

Ergin dişi D. hominis sineği, çeşitli artropodları yakalayarak kendi yumurtalarını bu artropodların üzerine salkım şeklinde yapıştırır. Yumurtalar bu taşıyıcı artropodlarla omurgalı konağa ulaşır ve artropod beslenirken yumurtalar açılmaya başlar. Tabanid sinekler (*Tabanus* ve *Chrysops spp.*) dâhil birçok sinek ailesinin taşıyıcı olarak kullanıldığı gözlenmiştir (1).

Loiasis

İnsanlara ve maymunlara Tabanidlerden bulaşan en önemli hastalık etkeni *Loa loa*, Afrika göz kurdudur. Bu filariyal nematod, Batı ve Orta Afrika'daki yağmur ormanlarına yakın bölgelerde, *Chrysops* cinsleriyle biyolojik olarak bulaştırılmaktadır. Diğer filariyal etkenlerde olduğu gibi, *L. loa*, yaşam evresini tamamlamak için arakonak sineğe ihtiyaç duyar. Ergin nematodlar omurgalı konağının deri altı dokularında, özellikle göğüs, kafa derisi ve gözde bulunur. 2 – 7 cm uzunluğundaki parazitler bu dokulardaki hareketleri süresince yangısal reaksiyon oluştururlar. Bir doku bölgesinde uzun süre kaldıklarında 'Calabar şişlikleri' denen yapı oluşur; parazit bölgeden ayrıldığında şişlik iner. Göz kurdu denmesinin nedeni, bazı parazitlerin göz konjuktivasında bulunmasından dolayıdır. Bu bölgede veya deri yüzeyinin hemen altında, etken çıplak gözle görülebilir ve bazen cerrahi olarak çıkarılabilir. Nematodların göçleri ağrı vericidir, özellikle gözlerde ve etkilenen bölgelerde kaşıntı, renk bozulmaları ve morluklar görülür (1, 12).

Tularemi

Francisella tularensis bakterisi tarafından oluşturulan, 'tavşan ateşi' de denilen zoonoz bir hastalıktır. 'Tavşan ateşi' tabiri, hastalığın ilk fark edildiği yıllarda, elinde kesikler/yaralar bulunan avcıların veya ilgili kişilerin tuttuğu yabani tavşanlardan hastalığın bulaşmasından gelmektedir. Vahşi tavşanlar kırsal rezervuar konaktır. Etken Tabanid vektörler dışında direk temasla ve kenelerle; nadiren de ağız ve solunum yoluyla bulaşmaktadır.

Bakterinin vücuda girdiği yerde, ülserli, ortası pembe noktalı, kenarı kabartılı krater benzeri karakteristik bir lezyon oluşur. Eğer hasta uygun antibiyotiklerle tedavi edilmez ise, bakteriyel septisemi ve yüksek ateşten oluşan ağır hastalık tablosu bazen ölümle sonuçlanabilir. Vektör Tabanid genelde insanları baş veya bel üstü bölgesinden soktuğu için, lezyonlar genelde buralarda görülür. Sinek, ısırık yarasından aldığı etkeni ağız parçalarına bulaştırarak mekanik yolla diğer konağa bulaştırır. Deneysel

olarak, bakterili kandan beslenen sineğin dışkısından da bulaşma olabildiği ortaya konmuştur (2, 3, 12).

Diğer Tabanid aracılı insan patojenleri

Etkeni *Bacillus anthracis* olan Şarbon (Antraks) hastalığı, epidemiyolojik olarak düşük de olsa Tabanid vektörler tarafından bulaştırabilir. Etkeni sığırlar arası ve sığırdan insana (daha çok deri formunu) bulaştırır. Laym (Lyme) hastalığının spiroket etkeni olan *Borrelia bugdorferi*'nin de Tabanidler tarafından bulaştırıldığından şüphelenilmektedir (2, 12).

Surra ve diğer Tripanozomiyazlar

Surra hastalığı, *Trypanosoma evansi* tarafından oluşturulan bir protozoon hastalığıdır. Diğer *Trypanosoma* türlerinde çeçe sinekleri hastalığın biyolojik vektörüyken, Tabanid sineklerde bulaşma mekanik olarak gerçekleşir. Hastalık Kuzey Afrika, Güney Asya, Filipinler, Endonezya, Orta ve Güney Amerika'nın bir kısmında, vahşi ve evcil hayvanlarda görülmektedir. At, köpek ve fillerde tedavi edilmeyen durumlarda % 100 ölüm olmaktadır. Kesin konak olarak düşünülen develerde hastalık ağır ve kronik seyretmektedir. Sığır ve bufalolarda ise hastalık diğer hayvan türlerinin aksine hafif ve aylarca belirti göstermeden seyreder. Tam direnç kazanan hayvanlar enfeksiyon kaynağı olmaktadır. Hastalığın belirtileri diğer *Trypanosoma* türleriyle aynıdır.

Özellikle Güney Amerika'nın kuzey kesimlerinde Tabanidlerle mekanik olarak bulaştırılan *T. vivax*, koyun yetiştiriciliğinde önemli bir problem olmaktadır.

"Mal de Caderas" olarak adlandırılan hastalığın etkeni olan *T. equinum*, Güney Amerika'da atları enfekte etmekte ve belirtileri Surra hastalığına benzemektedir.

T. theileri, sığırlarda ve geyik gibi vahşi hayvanlarda patojen olmayan bir enfeksiyon oluşturur. Bu etken Tabanidlerin daha çok arka bağırsaklarında bulunur, tükürük bezlerinde bulunmaz. Bulaşma ısırık yerinin dışkıyla teması sonucu (Sterkorarian) oluşur (3, 4, 12).

At enfeksiyöz anemisi (Bataklık ateşi)

Atlarda ve diğer tek tırnaklılarda ateş, halsizlik, kilo kaybı ve bazen ölüm ile seyreden viral bir hastalıktır. Virüsün suşuna ve enfeksiyonun çeşidine göre patojenite değişmektedir. Akut enfeksiyonlarda hayvanlarda hızlı bir şekilde ölüm gerçekleşir. Kronik enfeksiyonlarda hayvan karışık hastalık belirtilerinin gözlenmesinden sonra ölür. Hastalığı atlatan taşıyıcılar belirgin sağlık problemleri ile beraber birkaç yıl yaşarlar. Bu hastalık dünyanın birçok bölgesinde görülmesine rağmen A.B.D.'nin güney

doğusunda daha çok yaygındır. Virüs sineğin ağız parçalarında zaman geçtikçe azaldığından dolayı, tam bir bulaşmanın olması için birim sürede fazla miktarda sineğin konaklar arasında kan emmesi gerekmektedir (12).

Anaplazmozis

Keneler ve Tabanidler, sığırlarda bir riketsiya olan *Anaplasma marginale*'nin vektörleridir. Bu hastalık Afrika, Avustralya ve Amerika kıtalarını içine alan tropik ve subtropik bölgelerde daha çok yaygındır. Ülkemizde özellikle süt sığırı yetiştiriciliğinde büyük problem oluşturmaktadır. Hastalık etkenini taşıyan bazı bireyler tedaviye direnç göstererek rezervuar konak olmaktadır. Buzağıların daha duyarlı olduğu hastalık sığırlarda belirgin anemi, ateş ve kilo kaybıyla seyreder. Ölüm oranı % 50'ye kadar çıkabilmektedir. Keneler hastalığı biyolojik olarak bulaştırırken, Tabanid sinekler mekanik olarak bulaştırmaktadır ve bu durum hastalığın kontrolü için daha büyük önem arz eder. Tabanus türlerinin beslenmelerinin kontrol altında tutulduğu deneysel bir çalışmada enfekte sineklerin beslenme sonrası *A. marginale*'yi iki saate kadar bulaştırabildikleri ortaya konmuştur (3, 4, 12).

Elaeoforozis

Evcil hayvanların ve vahşi ruminantların filariyal bir nematodu olan *Elaeophora schneideri*, Kuzey Amerika'da çok yaygındır. Bölgede yapılan araştırmalarda katır geyiğinde hastalığın yaygınlığının % 50'ye, beyaz kuyruklu geyikte %10'a kadar ulaştığı, genelde hastalık belirtisi gözlenmediği tespit edilmiştir. Evcil koyun ve keçilerde de bu nematodlar bulunabilmekte fakat belirgin bir patoloji oluşturmamaktadır. Hastalığa daha duyarlı olan Kanada geyiği ve sığınlarda (iri bir tür geyik) bu nematod %90'a kadar yaygın olabilmektedir. *E. schneideri,* duyarlı konaklarında arteriyal dolaşımı engellediği için arter kurdu olarak adlandırılmaktadır. Kan dolaşımının azalması sonucu dermatoz, kulak ve boynuz ucunda kararma, körlük, sinirsel rahatsızlıklar ve bazen ölüm görülebilir (3, 12).

Veteriner öneme sahip diğer patojenler

Tabanidlerin mekanik olarak evcil ve yabani hayvanlara bulaştırdığı diğer patojenlerin çoğu, başka yollarla da bulaşabilmektedir. Bunlardan öne çıkanlar; virüslerden sığır lösemi ve domuz kolera virüsleri ile sporazoalardan *Besnoitia'*dır. Bu patojenik etkenlerin bulaşmasında Tabanidler ikincil öneme sahiptir. Bu hastalıkların dışında, birçok ilginç fakat ekonomik önemi olmayan hastalık etkenleri Tabanid sinekler tarafından vahşi hayvanlara bulaştırılmaktadır. Örneğin kaplumbağaların protozoon paraziti olan *Haemoproteus metchnikovi*, *Chrysops spp.* tarafından;

kanguru ve valabilerin filariyal nematodu olan *Dirofilaria roemeri* ise bazı Tabanidler tarafından biyolojik olarak bulaştırılmaktadır (12).

1.7.2. Patolojik etkenin vektördeki gelişimi (Vektör-Etken etkileşimi)

Vektör sineklerin etkeni bir konağa bulaştırabilmesi için, rezervuar konak kanındaki etkenlerin belirli yoğunlukta olması ve patojenlerin canlılığını koruması gereklidir. Yukarıda bahsedilen spesifik etkenler dışında ortamda genel olarak bulunabilen bakteri-virüs ve mantarları da ikincil enfeksiyon olarak bulaştırabilirler. Tabanid sinekler etkenleri çoğunlukla mekanik olarak taşırlar. Filariyal nematod etkenleri olan *Loa loa* ve *Elaeophora schneideri* ise sinekte biyolojik gelişim gösterirler.

***Loa loa'*da**; ergin parazit çiftleşir ve mikrofiler üretir. *Chrysops* cinsleri enfekte bir kişiden beslenme sırasında mikrofilerli kanı alır. Mikrofilerler sineğin arka bağırsağına geçerler ve karın veya göğüsteki yağ hücrelerinde gelişirler. Bu bölgelerde ikinci dönem larva (L2) olurlar ve nihayetinde sineğin baş-ağız parçalarına göç ederek enfektif üçüncü dönem larva (L3) haline gelirler. Bu döngü sıcaklığa bağımlıdır ve en az 7-10 gün gerektirir. Yapılan laboratuvar testlerinde enfektif bir sineğin bir uçuşta 100 veya daha fazla mikrofiler üretebildiği tespit edilmiştir.

***Elaeophora schneideri'*de**; benzer bir döngü vardır. Bir Tabanid tarafından mikrofilerlerin sindiriminden sonra, nematod sineğin vücudundaki dolaşım boşluklarında (hemosöllerde) ve yağ hücrelerinde gelişmeye başlar. 14 gün sonra enfektif L3'ler ağız parçalarında bulunur (12).

Tabloda bahsedilen diğer filariyal nematodlarda da sinekteki biyolojik gelişim benzerdir.

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

Genel olarak Tabanidlerin tamamen kontrol altına alınmaları zordur. Her sineğin kan emmesi sırasında çeşitli konaklarla teması yaklaşık 4 dakikadır ve bu durum her 3-4 günde bir kez oluşur. Sineklerin bulunduğu geniş alanlarda birçok türdeki Tabanidler farklı zamanlarda ortaya çıkmakta ve farklı biyolojik karakter göstermektedirler. Yetiştiricilikte insektisitlerin kullanımıyla belirli bir zamanda kısa süreli etki elde edilmekte, fakat tam bir mücadele sağlanamamaktadır.

2.1. Kültürel ve Fiziksel Kontrol

Otlama alanlarının, ağaçlık bölgelerden mümkün olduğu kadar uzakta olmasıyla, hayvanlar daha az Tabanid sineğe maruz kalmaktadır. Hayvanları özel örtülerle örtmek, Tabanidlerin yoğun saldırılarını önlemede etkili olabilmektedir. Tabanidlerin yerden 2 metreden aşağı bölgelerde uçmayı tercih etmelerinden dolayı, bu yükseklikteki bir ağla/bariyerle barınağı çevirmek hayvanların maruz kaldığı Tabanid sayısını düşürebilmektedir (1, 12).

Sığır veya at işletmelerinde ergin sineklere karşı kullanılan çekici tuzaklar etkili olabilmektedir. Bu amaçla kutu, kanopi veya malaiz (kurubuzlu) tipi tuzaklar, karbondioksit yemli yapışkan tuzaklar kullanılmaktadır. Piretiroidle muamele edilmiş kumaş panelleri, özellikle aseton ve diğer çekici kimyasallarla kullanıldığında kısmen etkili olabilmektedir. Tuzakların etkinliği; uygun çevreye konumlandırma ve uygulayıcı becerisi gibi faktörlerden etkilenen yerel koşullara bağımlıdır. Bu tuzaklar kısmen etkilidir ve diğer yöntemlerle kombine edilmelidir (2, 12).

Yerel olarak beslenme alanları bilindiği zaman, yakın bölgede yumurtlamaya elverişli sulak alanın etrafındaki otların düzenli olarak temizlenmesi ile bir miktar başarı sağlanabilmektedir. Tabanid kontrolünde diğer bir yaklaşım da su seviyelerinin uygun olduğu alanlarda drenaj yapılmasıdır. Bu yöntem *Tabanus nigrovittatus* türü sineklerde etkili olmamaktadır (2, 12).

Biyolojik kontrol etkenlerinin kullanımı Tabanid populasyonunu düşürmede bir miktar etki sağlayabilmektedir. Uğur böceği (Coccinellidae) larvaları Tabanid sineklerin yumurtalarıyla; göl kuşları, Tachinidae ve Bombyliidae ailesindeki sinekler Tabanid sineklerin larvalarıyla; Diapriidae ve Pteromalidae ailesindeki parazitoid arılar Tabanid sineklerin pupalarıyla; yusufçuklar da Tabanid sineklerin erginiyle beslenmektedir.

Bembicinae alt ailesine mensup yaban arıları yavrularını beslemek için doğada daha çok Tabanid sinekleri av olarak tercih etmektedir. Trichogrammatidae ve Scelionidae ailesindeki parazitoid arılar Tabanid yumurtalarını delerek içine kendi yumurtalarını bırakmak suretiyle parazitlik yapmakta ve % 50'ye kadar varan yumurta ölümüne sebep olmaktadır (2, 12).

2.2. Bireysel Kontrol

Bazı Avrupa ülkelerinde, atları Tabanid sineklerden korumak için, üzerlerine sırttan aşağı sarkan ipler şeklinde kıyafet giydirilmektedir (Şekil 9). Böylece atlar yürüdüklerinde bu ipler hareket ederek sineğin konmasını engellemekte veya konan sineğin kaçmasını sağlamaktadır.



Şekil 9. At üzerine giydirilen ipli örtü (https://www.amazon.com/Nylon-Webbing-Draft-Horse-Fly/dp/B0017S2K5C)

İnsanlarda deri üzerine sürülen veya kıyafetlere iliştirilen kovucu preparatlar geçici ve bazen az etkili olabilmektedir. Son yıllarda hayvanlar için bazı bitkilerin uçucu yağlarını içeren preparatlar kovucu veya beslenme önleyici olarak kullanılmaktadır. Almanya'da piyasaya çıkan bu tür bir ürün atlara sprey olarak püskürtüldüğünde, atları Tabanidlere, diğer sineklere ve sivrisineklere karşı 50 saate kadar koruyabilmektedir. Yine de genel olarak uçucu yağların etkisinin, uçucu yapılarından dolayı kısa sürmesinden dolayı, bu yağları enkapsüle ederek (uygun bir mikro kapsül

içerisine alarak) kontrollü ve uzun bir salınım sağlama çalışmaları devam etmektedir (1).

2.3. Larvasitler ve uygulamaları

Larva ya da pupalara karşı kimyasal mücadele, bunların toprak yüzeyi veya altında bulunmaları nedeniyle genelde etkisizdir ve çevreye zarar verebilir (12).

Hayvan işletmelerinin yakınında bulunan kalıcı su birikintilerinin veya sıvı dışkı atıklarının etrafında bulunan bitkilerde yumurta, etraflarında larva bulunabileceğinden, buralara senede bir defa yapılan larvisit ilaçlar kısmen etkili olabilmektedir.

2.4. Ergin Öldürücüler (Kimyasal Mücadele)

Piretiroid insektisitlerin hava yoluyla (ULV) uygulanması sadece birkaç gün için yerel Tabanid topluluğunu yok etmekte, daha sonra sineklerin sayısı yine artmaktadır. En iyi kimyasal yöntem sinekler hayvana konduğunda öldüren, hayvanın sırtına dökme tarzında kullanılan sentetik piretiroid gurubu ilaçları uygulamaktır (10, 12). Püskürtme tarzındaki ilaçlardan % 60'lık dimetil fitalat, % 10'luk piperonil butoksid, % 1'lik piretrin ve % 0.01-0.02'lik fenvelarat kullanılabilmektedir (17). Sineklerin konup dinlendiği iç-dış barınak duvarlarına kalıcı (rezidüel) etkili ilaçların uygulanması ile 2 – 8 hafta arasında etkinlik sağlanabilmektedir. Bu etkinlik uygulanan yüzeyin özelliği, karışım oranı, çevresel koşullar ve sineklerin direnç seviyelerine göre değişmektedir. Organofosfat gurubu ilaçlardan dimetoat, triklorfon ve naled kullanılırken; piretiroidlerden sipermetrin, deltametrin, permetrin ve fenvalerat kullanılmakta fakat bu ilaçlara karşı bir süre sonra direnç gelişebileceğinden dönüşümlü kullanılmalıdır (2).

2.5. Entomopatojen nematodlar

Mermithidae ailesindeki nematodlar ve entomopatojenik mantarlar (*Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae)*, Tabanid larvalarının ve erginlerinin ölümüne neden olmaktadır. Fakat pratikte kullanımları çok yaygın değildir (2, 5, 12).

Tabanid sineklerle mücadele etmek için, yukarıda bahsedilen kontrol yöntemlerinden en az birkaçını kullanarak, bir bölgedeki sinek populasyonunun en aza indirilmesi ve gerek verim düşüklüğünün gerekse sineklerin bulaştırdığı hastalıkların engellenmesi mümkün olabilmektedir.

3. TERİMLER ve AÇIKLAMALAR (Sözlük)

Metamorfoz: Başkalaşım

Obtekt pupa: Bacak ve kanatlar vücuda yapışık olduğu, etrafı pupa tarafından oluşturulan ince bir zarla çevrili pupa tipi. Dışardan bakıldığında bacak ve kanatlar görülür, hareketlidir. Sivrisinekler ve Tabanid sineklerde görülür.

Rezervuar konak: Etkeni vücudunda taşıyan, hastalık belirtisi gösteren veya göstermeyen, hastalığın diğer konaklara yayılmasına sebep olan konak birey.

Parazitoid arı: Yumurtalarını başka konak böceklerin yumurtaları/larvaları/pupaları/ erginlerinin içine bırakan, bu konaklara bağımlı küçük yaban arıları. Bazı aileleri yumurtalarını meyve veya tomurcuklara da bırakır.

Kanopi tuzak: Bir yere asılan, dışı ağla kaplı, içinde ısı/ışık kaynağı bulunan, konik tarzda, toplayıcı haznesi alt kısımda bulunan tuzak.

Entomopatojen: Doğadaki böceklerin hastalanmasına veya ölmesine neden olan; bakteri, mantar, virüs, protozoa veya nematodlar.

4. KAYNAKLAR

1. Baldacchino F, Desquesnes M, Mihok S, Foil LD, Duvallet G, Jittapalapong S. Tabanids: Neglected subjects of research, but important vectors of disease agents! Infection, Genetics Evol, 2014; 28: 596-615.
2. Barnard DR. Control of fly-borne diseases. Pesticide Outlook, 2003; 14: 222 – 228.
3. Foil LD. Tabanids as vectors of disease agents. Parasitol Today, 1989; 5(3): 88-96.
4. Irwin PJ, Jefferies R. Arthropod-transmitted diseases of companion animals in Southeast Asia. Trends Parasitol, 2004; 20(1): 27 – 34.
5. İnci A, Kılıç E, Canhilal R. Entomopathogens in control of urban pests. Ankara Univ. Vet. Fak. Derg, 2014; 61: 155-160.
6. Jones CM, Anthony DW. 1964 The Tabanidae (Diptera) of Florida. US Dept. Of Agriculture, Agriculture Research Service, Washington: Technical Bulletin No: 1295.
7. Karatepe B, Karatepe M. Arthropodların toplanması ve muhafaza yöntemleri. Karaer KZ, Dumanlı N. editörler. Arthropodoloji, Ankara: Medisan Yayınevi, 2015. Sf. 309-319.
8. Kazimirova M, Šulanová M, Trimnell AR, Kozanek M, Vidlička L, Labuda M, & Nuttall PA. Anticoagulant activities in salivary glands of tabanid flies. Med Vet Entomol, 2002; 16(3): 301-309.
9. Kettle DS. Medical and Veterinary Entomology. Second Edition, Wallingford: CAB International; 1995.
10. Mehlhorn H, editör. Encyclopedia of Parasitology. Third Edition, Berlin: Springer – Verlag; 2008.
11. Mimioğlu MM. Veteriner ve Tıbbi Artropodoloji. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın No: 295, Ankara Üniversitesi Basımevi; 1973.
12. Mullens BA. Horse flies and deer flies (Tabanidae). Mullen G, Durden L, editors. Medical and Veterinary Entomology. San Diego: Academic Press, 2002, p. 263-277.
13. Oytun HŞ. Tıbbi Entomoloji. 2. Baskı. Ankara: Güzel İstanbul Matbaası, 1961.
14. Unat EK. Tropikal Hastalıklar ve Parazitoloji. Cilt – 1, İstanbul: Filiz Kitabevi, 1966.
15. Volfova V, Tothova V, & Volf P. Hyaluronidase activity in the salivary glands of tabanid flies. Insect Biochem Molec, 2016; 73: 38-46.
16. Wall R, Shearer D. Veterinary Entomology. UK: Chapman and Hall, 1997.
17. Yağcı Ş, Dinçer Ş. Tabanidler ve vektör olarak önemleri. Özcel MA, Daldal N, editörler. Parazitoloji'de Artropod Hastalıkları ve Vektörler. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 13, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi; 1997. s. 145-168
18. Yaman M, Yağcı Ş. Hatay yöresindeki Tabanidae (Diptera) türleri üzerine araştırmalar. Türkiye Parazitol Derg, 2004; 28(2): 113 – 117.
19. Yücel Ş. İç Anadolu Bölgesinde bulunan Tabanidae (Diptera) türleri üzerinde araştırmalar. Ankara: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 1987
20. Yücel ŞY. Tabanidae. Karaer KZ, Dumanlı N, editörler. Arthropodoloji, Ankara: Medisan Yayınevi; 2015. sf. 203-214.

BÖLÜM 6

EV SİNEĞİ (*Musca domestica* L.) BİYOLOJİSİ ve MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Ar. Gör. Samed KOÇ, Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

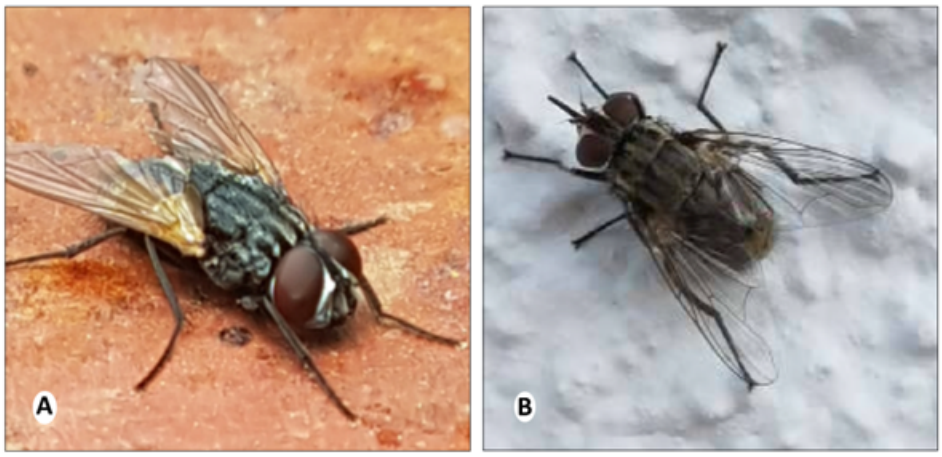
Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya

1. ARTROPOD VEKTÖR

Halk arasında karasinek olarak bilinen ev sineği, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) insanlar ile yakın ilişki içerisinde bulunan ve kozmopolit yayılış gösteren bir sinek türüdür (Şekil 1A). Bilimsel literatürde karasinek (İngilizce: black fly) olarak bilinen sineğin cinsi *Similium*'dur. Kan emme yada ısırma davranışı göstermeyen ev sineği farklı ekolojik koşullara iyi şekilde uyum sağlama özelliğine sahiptir. Hemen hemen her türlü organik artık üzerinden beslenebilmesi sebebi ile insan ve hayvan atıklarının bulunduğu çöplükler, gübrelikler, mezbahalar ve tavuk çiftlikleri

gibi yerlerde rahatça görülmekte ve gelişebilmektedir. Morfolojik olarak olarak *Fannia canicularis* L. ve ev sineklerine çok benzeyen fakat kan emme davranışı sergileyen *Stomoxys calcitrans* L. gibi bazı sinek türleri de ev sinekleri ile aynı ortamda yaşayabilmektedir (Şekil 1B).

Ev sinekleri ağız parçaları, dış vücut örtüsü ve bacakları üzerinde çeşitli patojenleri taşıyabildikleri için birçok etmene mekanik vektörlük yapmaktadır. Bu canlılar dizanteri, hepatit, tüberküloz, kolera gibi hastalıklara aracı olmasının yanında, büyük ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde et ve süt gibi ürünlerin veriminin azalmasına neden olarak ekonomik zararlara yol açmaktadırlar (8). Hem vektör olmaları hemde ekonomik kayıplara neden olmaları sebebiyle ev sinekleri ile etkili bir biçimde mücadele edilmesi gerekmektedir. Mücadele başarısının artması için bu böcek türünün biyolojisi, ekolojisi ve davranış özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.



Şekil 1. A. *Musca domestica*; B. *Stomoxys calcitrans* (orijinal)

1.1. Ev sineğinin sınıflandırmadaki yeri

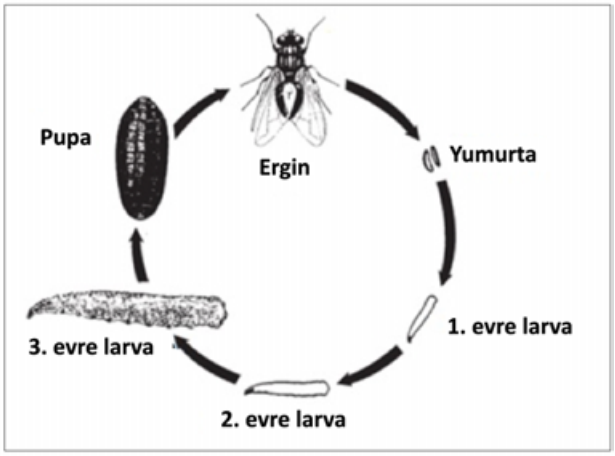
Ev sineği hayvanlar aleminin Arthropoda (eklembacaklılar) şubesinde yer almaktadır. Eklembacaklı canlılar eklemli üyeleri ve vücutlarının dış yüzeyini saran kitin örtü ile tanınırlar. Örümcekler, kabuklular, böcekler ve akarlar bu gruba ait canlılardır (4). Ev sineği sahip olduğu karakteristik özellikleri ile Insecta (böcekler) sınıfının Diptera (iki kanatlılar) takımında Muscidae ailesi içerisinde yer alan bir türdür (Tablo 1).

Tablo 1. Ev sineğinin (*Musca domestica* L.) taksonomideki yeri

Kingdom (Alem)	: Animalia
Phylum (Şube)	: Arthropoda
Subphylum (Alt şube)	: Hexapoda
Class (Sınıf)	: Insecta
Order (Takım)	: Diptera
Familia (Aile)	: Muscidae
Genus (Cins)	*: Musca*
Species (Tür)	*: Musca domestica* L.

1.2. Ev sineğinin yaşam döngüsü ve morfolojisi

Ev sinekleri tam başkalaşım (holometabol) geçiren böceklerdir; yumurta, larva, pupa ve ergin evreleri bulunmaktadır (Şekil 2). Ergin dişiler her defasında 100-150 adet olmakla birlikte üç-dört günlük bir sürede toplamda 500-600 kadar yumurta bırakabilir. Yumurtalar krem-beyaz renktedir ve yaklaşık 1 mm uzunluğa sahiptir. Uygun sıcaklık koşullarında 24 saatten kısa sürede açılan yumurtadan çıkan bireyler üç larva evresinden sonra pupa haline geçmektedir, pupaların rengi başlangıçta krem-kremsi beyaz renkten koyulaşarak ergin çıkışına yakın kahverengi-siyah tonlarına dönüşmektedir (Şekil 3).



Şekil 2. Ev sineklerinin yaşam döngüsü (16).

Larvalar son evrede yaklaşık 7-12 mm kadar olabilirken, pupa evresi yaklaşık 5-6 mm, erginler ise 5,5-7,7 mm vücut büyüklüğüne sahiptir (Şekil 3) (5, 17). Uygun ortam koşullarında (yaklaşık 30 °C'de) ev sinekleri yaşam döngülerini 7-10 gün gibi kısa bir sürede tamamlayabilirler. Ilıman bölgelerde bir yılda 10-12 nesil, sıcak tropik bölgelerde 20'den fazla nesil verebilmektedirler. Erginler yaklaşık olarak 2-3 hafta yaşayabilmektedir, bu süre sıcaklığın düşük olduğu durumlarda 2-3 aya kadar çıkabilmektedir.



Şekil 3. Ev sineğinin 3. evre larvası ve pupası (orijinal).

Ergin ev sineklerinin vücutları diğer böcekler gibi baş (cephalon), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) kısımlarından oluşmaktadır. Baş kısmında ağız parçaları, iki adet birleşik göz ve antenleri bulunmaktadır. Dişi-erkek cinsiyet ayrımı ergin bireylerde gözler arasındaki mesafe ile rahatlıkla tespit edilebilmektedir. Dişilerde gözler arasındaki mesafe geniş, erkeklerde ise dardır. Beslenme durumuna göre değişmekle birlikte ergin dişiler genellikle erkeklere oranla daha büyüktürler. Göğüs kısmında üç segment (prothorax, mezothorax, metathorax) bulunur ve her bir segmentten bir çift bacak çıkmaktadır. Göğüsteki mezothorax ve metathorax segmentlerinden birer çift kanat gelişmiştir. İkinci kanat çifti körelerek uçma davranışı sırasında dengeyi sağlayan halter organına dönüşmüştür. Ev sineklerinde göğsün üst (dorsal) tarafında diğer *Musca* cinslerinden farklı olarak dört adet boyuna siyah çizgi bulunmaktadır (4, 10).

1.3. Ev sineğinin beslenme ve üreme davranışları

Ev sinekleri organik maddelerle beslenen canlılar oldukları için hayvan ve insan atıklarının olduğu hemen hemen her yerde yaşayabilmektedir. Bu canlılar organik atıklar ile beslenmedikleri zaman genellikle doğrudan güneş ışığı almayan gölgelik alanlarda gizlenme davranışı gösterirler (Şekil 4).

Gizlenme davranışı bazen ağaç yapraklarının alt kısmında, duvarlardaki çatlaklarda, elektirik kabloları, keskin yüzeyler veya çamaşır ipi gibi nesnelerin üzerinde gerçekleşebilmektedir.

Ergin dişi genellikle birkez çiftleşir ve erkek bireyin spermlerini depolayarak yumurtlama davranışını ara ara devam ettirir. Yumurtalar genellikle organik maddelerin üst kısımlarındaki nemli alanlara bırakılır ve yumurtadan çıkan larvalar organik maddenin yine nemli olan derinliklerine veya alt kısımlarına doğru beslenerek hareket ederler (Şekil 5).



Şekil 4. Üzüm (asma) yaprakları üzerinde sıcak saatlerde dinlenen ev sinekleri (orijinal).



Şekil 5. Gübre üzerine bırakılmış ev sineği yumurtaları (fotoğrafta beyaz renkli olanlar) (orijinal).

Larva gelişimi için ideal sıcaklık 30-35 °C olmakla birlikte yaklaşık 7 °C'nin altında ve 40 °C'nin üstünde bireyler gelişme göstermezler ve/veya ölürler. Son evre larvalar, pupa evresine geçmeye yakın tekrar organik maddelerin daha kuru veya nem oranı düşük olan üst kısımlarına doğru hareket ederler ve yüzeyde hareketlerini durdurarak pupa haline geçerler. Pupa başlangıçta kremsi beyaz renge sahip iken rengi zamanla koyulaşır, açılmaya yakın kahverengi-kırmızı'ya yakın bir renge dönüşür (Şekil 3). Ev sineklerinin erginleri beslenirken kursaklarında besin maddelerini biriktirirler ve kursakta kısmen çiğnenmiş besin maddeleri kursaktaki salgılar ile birlikte ağız hortumundan bir miktar dışarı bırakılır. Ev sineklerinin dinlendikleri alanlar olan pencere çerçevesi vb. yerlerde görülen koyu renkli yuvarlak noktalar bu salgılardan dolayı oluşmaktadır (3, 6, 13). Ev sinekleri geceleri aktif değildir, gece boyunca açıkta bulunan tavan, kirişler, kablolar, ağaçlar, çalılar ve diğer birçok yüzeyde dinlenirler. Kış aylarını genelikle uyuşuk durumda pupa ve larva evresinde geçirmektedirler.

1.4. Ev sineğinin vektörlüğünü yaptığı hastalıklar ve neden olduğu ekonomik kayıplar

Ev sinekleri insan ve hayvan sağlığı açısından zararlı mantar, bakteri ve nematod gibi canlıların yoğun olarak bulunduğu hayvan dışkıları, bozulmuş besin maddeleri vb. organik maddeler ile beslendikleri için vücut yüzeylerinde ve sindirim sistemlerinde tifo, kolera, dizanteri, hepatit ve tüberküloz gibi hastalıklara neden olan çok sayıda patojen taşımaktadırlar. Bu patojenler arasında yaygın olarak *Escherichia*, *Salmonella*, *Enterococcus*, *Shigella*, *Campylobacter* ve *Chlamydia* cinsi bakteriler bulunmaktadır (11, 15).

Gelişim gösterdikleri alandan birkaç kilometre uzağa rahatlıkla uçabilen ev sinekleri insan ve hayvanların sağlığına zarar vermekle birlikte hayvanları rahatsız ederek strese girmelerine neden olmakta, süt, et ve yumurta gibi ürünlerden elde edilen verimin azalmasına yol açmaktadırlar (8).

Ülkemizde ev sineği ile mücadele edebilmek için gerek kamu kuruluşları (belediyeler vb.) gerekse özel kuruluşlar (gıda işletmeleri, yetiştirme çiflikleri ve besihaneler) tarafından her yıl tonlarca insektisit kullanılmakta ve bu durum yüksek ekonomik kayıba yol açmaktadır. Gün geçtikçe artan insektisit direnci sebebiyle daha fazla/yanlış kullanılan ürünler maliyetleri daha da arttırmaktadır. Ayrıca kimyasal mücadelede kullanılan insektisitler su, hava ve toprak gibi doğal ortamların kirlenmesine ve hedef dışı organizmaların zarar görmesine yol açmaktadır.

1.5. Ev sineklerinin doğadan toplanmaları ve kültüre alınmaları

Ev sineklerinin erginleri üreme ve gelişme alanlarından (hayvan barınakları, çöplükler, kümesler vb.) tül atrap yardımıyla toplanmaktadır. Toplanan bireyler tülle çevrili 20x20x20 cm ölçülerinde veya daha büyük kafeslerde laboratuvar ortamına getirilir. Bireyler laboratuvara getirilirken pamuğa emdirilmiş su, süt ve şeker verilir.

Ev sineklerinin gelişimini ve kültürün sağlıklı olmasını sağlamak amacıyla yeterli oranda besin (süt ve şeker) ve su sağlanmalıdır. Ev sinekleri laboratuarda 24±2 ^{o}C sıcaklık, % 60±10 nem ve 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık fotoperiyot koşullarında yetiştirilir. Kafeslerdeki bireylerin çiftleştikten birkaç gün sonra süt emdirilmiş pamuğa bıraktıkları yumurtalar, kaba kepek+süt karışımı bulunan kavanozlara alınır ve bu yumurtalardan yeni nesil gelişir. Larva gelişimi besinin nemli bölgelerinde olurken, pupalaşma kuru ve üst kısımlara yakın olmaktadır.

2. EV SİNEKLERİ İLE MÜCADELE

Ev sinekleri yaşam döngülerinin kısa olması, çok sayıda yumurta bırakmaları, ergin evrede uçabilmeleri ve uyum yeteneklerinin fazla olması gibi özelliklerinden dolayı mücadele etmesi zor olan canlılardır. Ülkemiz ve dünyada son yıllarda ev sineği gibi vektör canlılarla mücadele çalışmalarında entegre mücadele yöntemi benimsenmeye başlamıştır. Entegre mücadelede kimyasal mücadeleyi en az oranda tutarak; kültürel, fiziksel/mekanik ve biyolojik mücadelenin ön plana çıkartılması amaçlanmıştır.

2.1. Fiziksel/mekanik mücadele

Fiziksel mücadelede amaç ev sineklerinin üreme ve beslenme alanlarının ortadan kaldırılmasıdır. Özellikle şehir merkezlerindeki çöp konteynerleri ve çöp toplama tesisleri ev sineği açısından önemli üreme alanlarıdır. Bu tür alanlarda çöplerin düzenli toplanması ve depolanması, poşetler içerisinde saklanması ve uygun şekilde imha edilmesi mücadelede başarı şansını arttırmaktadır. Kent merkezlerinden kırsal bölgelere doğru gidildiğinde ahırların ve hayvan çiftliklerinin sayısında artış görülmektedir. Bu gibi alanların çevresinde bulunan gübreliklerin daha uzak yerlere taşınması veya üzerlerinin tamamen plastik örtü veya naylon ile kapatılması ev sineklerinin yumurta bırakmasını engellemektedir (Şekil 6).

Meyve ağacı yetiştiriciliği ve sebze üretimi yapılan bölgelerde yere dökülen meyve ve sebzeler ev sinekleri için önemli besin kaynağıdırlar. Bu tür atıklar düzenli olarak toplanmalıdır. Cadde ve sokaklarda dut, yemiş ve incir gibi ağaçların altına dökülen meyveler düzenli olarak temizlenmelidir (3).



Şekil 6. Ev sineği ile mekanik mücadelede amacıyla üzeri naylon örtülerle kapatılan gübre yığınları

Direnç problemi olan bölgelerde ahır vb. alanlarda açık renkli yapışkan bantların çekilmesi ya da çekiçi tuzakların kullanılması popülasyonun kontrol altında tutulmasına yardımcı olabilmektedir (Şekil 7) (3, 8). Ayrıca yine içine çekici özellikte bazı maddeler konulan yakalama tuzaklarıda bulunmaktadır. Tuzakların etkinliği üzerinde kuruldukları yerin doğru seçilmesinin önemi vardır. Kurbanlık, adaklık ve kasaplık hayvanlara ait vücut parçaları ve kan gibi atıkların doğru şekilde imha edilmesi veya gömülmesi gerekmektedir. Bu tür atıkların üzeri en az 15-20 cm toprakla kapatılmalıdır. Ultraviole ışık yayan ve yapışkan levhalar içeren tuzaklar sineklerin ışığa yönelerek yapışkanlara yakalanmasını sağlar.



Şekil 7. Yapışkan bant uygulaması ile yakalanmış ev sinekleri

2.2. Biyolojik mücadele

Biyolojik mücadele konusundaki çalışmalarda özellikle pupa parazitoidleri ön plana çıkmaktadır. *Spalangia cameroni* Perkins ve *Muscidifurax raptor* Girult & Sanders türü zar kanatlılar (Hymenoptera) yumurtalarını ev sineği pupalarının içine bırakarak gelişim gösterirler. Pupa içerisinde gelişen parazitoit larvaları ev sineği pupasının içeriğini yiyerek beslenirler ve bu sayede ergin çıkışı olmaz (12, 18).

2.3. Kültürel mücadele

Ev sineklerinin üreme alanları, beslendikleri besin türleri, verdikleri zarar ve mücadele çalışmalarında alınabilecek fiziksel tedbirler biyosidal ürün uygulayıcılarına ve vatandaşlarımıza anlatılarak mücadele çalışmalarına katkı sağlamaları amaçlanmaktadır. Bu nedenle özellikle kırsal kesimlerde mahalle muhtarlarına, din görevlilerine, büyük ve küçükbaş hayvan yetiştiricilerine, kümes sahiplerine ve belediye ile özel firmalarda çalışan ilaçlama ekiplerine eğitimler verilerek hem vatandaşlarımızın hem de bu sektörde çalışan kişilerin daha bilinçli olması sağlanmalıdır. Yine ev sinekleri ile mücadele hakkında bilgilendirici broşür ve afiş çalışmaları yapmak, ilk ve orta dereceli okullarda seminerler vermek gelecek yıllarda yapılacak mücadele çalışmalarına katkı sağlayacaktır (3, 10).

2.4. Kimyasal mücadele

Ev sinekleri ile mücadelede en sık kullanılan mücadele yöntemidir. Rezidüel uygulamalar, yem (bait) uygulamaları ve alan sislemeleri en çok kullanılan uygulamalardır. Ev sineklerinin kondukları yüzeylere spreyleme ve boyama şeklinde sentetik piretroit ve neonikotinoid grubu ürünlerin püskürtülmesi temas yolu ile ölmelerine neden olmaktadır. Gündüz saatlerinde ergin mücadelesinde sıcak sisleme (Termal fogging), soğuk sisleme (ULV-Ultra Low Volume) ve sırt tip atamizör uygulamaları bölgenin özelliklerine göre (şehir merkezinden uzaklık, popülasyon yoğunluğu vb.) genellikle 1-2 hafta aralıklarla yapılmaktadır (3, 10). Sokak ve caddelerde yer alan çöp konteynerlerinin özellikle bahar ve yaz aylarında düzenli yıkanmaları ve insektisit uygulanması ev sineklerine karşı etkin bir uygulamadır (Şekil 8).

Ergin mücadelesine ek olarak yapılacak larva mücadele çalışmaları başarı şansını daha fazla arttırmaktadır. Larva mücadelesinde kitin sentez inhibitörleri (cyromozine, triflumuron ve diflubenzuron) ve juvenil hormon analogları (pyriproxyfen) uygulandığında larvalar ergin hale gelmeden ölmektedir (Tablo 2). Özellikle gübre yığınlarına ve çöplüklere biyosidal ürün uygulaması yapılması gerektiğinde yüzeyin 10-15 cm derinliklerine kadar ürünün ulaştırılması başarı şansını arttırmaktadır (Şekil 9) (3, 16). Bu amaçla ürünleri bol su ile sulandırarak uygulamak ürünün derinliklere işlemesinde yardımcı olacaktır. Çöp konteynerlerinin dip kısımlarının düzenli temizlenememesi durumunda mutlaka konteyner tabanındaki organik atıklar üzerine larvasit uygulaması yapılmalıdır.

Tablo 2. Ev sineklerine karşı kullanılan larvasit etkili aktif maddeler ve uygulama dozları (19)

Aktif madde	Kimyasal grup	Uygulama dozu (gr ai/m²)
Diflubenzuron	Kitin Sentez İnhibitörü-Böcek gelişim düzenleyici	0.5 - 1
Triflumuron	Kitin Sentez İnhibitörü-Böcek gelişim düzenleyici	0.25 - 0.5
Cyromazine	Kitin Sentez İnhibitörü-Böcek gelişim düzenleyici	0.5 - 1
Pyriproxyfen	Juvenil hormon analoğu-Böcek gelişim düzenleyici	0.05 - 0.1

Ülkemizde ev sineği mücadelesinde kullanılan ruhsatlı insektisit formülasyonlarının büyük çoğunluğu sentetik piretroit (deltamethrin, alphacypermethrin vb.) ve neonikotinoid grubu (imidacloprid, thiamethoxam, acetamiprid, dinotefuran vb.) aktif maddeleri içermektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün ev sineği mücadelesinde rezidüel olarak kullanılmasını önerdiği bazı sentetik piretroit grubu aktif maddeler ve uygulama dozları Tablo 3'de gösterilmiştir (19).

Bu türdeki ürünler ülkemizin birçok yerinde başarılı olarak gözüksede yapılan araştırmalar sonucunda bu insektisit gruplarına karşı ülkemizde birçok bölgede direnç geliştiği belirlenmiştir (1, 2, 9, 14).



Şekil 8. Çöp konteynerleri üzerinde ev sinekleri ve biyosidal ürün (ergin öldürücü) uygulanması



Şekil 9. Gübre yığınlarına biyosidal ürün (larvasit) uygulaması

Biyosidal ürünlerde etiket dozuna uyulmaması ve yanlış doz uygulanması direnci tetiklemektedir. Biyosidal ürün uygulayıcıları etiketlerde önerilenden kat kat yüksek dozda yanlış uygulamalar yapmaktadır. Bazı durumlarda insektisit direncini kırmak ve etkinliği arttırmak için ürün formülasyonlara yeteri oranda sinerjisit ve düşürücü maddeler eklenmektedir. Piperonyl butoxide (PBO) kendi başına insektisit özelliği olmayan bir insektisit sinerjistidir. Böceklerin direnç gelişiminde önemli rol oynayan detoksifikasyon enzimlerini inhibe ederek insektisitlerin etkinlik oranının artmasında ve direnç seviyelerinin azalmasında önemli bir role sahiptir.

Tablo 3. Ev sineklerine karşı rezidüel olarak kullanılan sentetik piretroit grubu bazı aktif maddeler ve uygulama dozları (19).

Aktif madde	**Kimyasal grup**	**Uygulama dozu (gr ai/m²)**
Cypermethrin	Sentetik Piretroit	0.025 - 0.1
Alpha cypermethrin	Sentetik Piretroit	0.015 - 0.03
Deltamethrin	Sentetik Piretroit	0.0075 - 0.015
Cyfluthrin	Sentetik Piretroit	0.03
Etofenprox	Sentetik Piretroit	0.1 - 0.2
Lambda cyhalothrin	Sentetik Piretroit	0.01 - 0.03
Permethrin	Sentetik Piretroit	0.0625

Erginlere yönelik kullanılan ürün formülasyonlarında kullanılan feromonlar (Z-9-tricosane) ve şeker gibi cezp edici bazı besin maddeleri sineklerin biyosidal ürün uygulanan alanda toplanarak öldürücü maddeden etkilenme şansını arttırmaktadır. Bu tür karışımların diğer hayvanlar tarafından tüketilmemesine dikkat edilmelidir (7, 20).

İnsektisitlerin çevre ve insan sağlığına verdikleri zararlar düşünüldüğünde toksik etkisi daha az olan ve direnç gelişimi görülmemiş alternatif aktif maddeleri içeren formülasyonların araştırılması ve kullanılması önerilmektedir.

3. KAYNAKLAR

1. Cetin H, Erler F, Yanıkoglu A. Survey of insect growth regulator (IGR) resistance in house flies (*Musca domestica* L.) from southwestern Turkey. J Vector Ecol, 2009; 34(2): 329-337.
2. Çakır Ş, Yamanel Ş. Böceklerde insektisidlere direnç. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 2005; 6(1).
3. Çetin H. Kent Zararlıları, Biyoloji, Ekoloji ve Mücadele Yöntemleri (Vektörler ve diğerleri). Antalya: Yıldız Ofset; 2016.
4. Demirsoy A. Yaşamın Temel Kuramları, Omurgasızlar/Böcekler, Cilt II, Kısım II. Dokuzuncu Baskı. Ankara; 1992.
5. Faraj AM, Mawlood NA, Khidhir AQS. Morphological study of house fly stages *Musca domestica* L.(Diptera: Muscidae). Zjpas; 2014; 26(4): 1-10.
6. Hewitt CG. The House-Fly: *Musca domestica* Linn: Its Structure, Habits, Development, Relation to Disease and Control. England: Cambridge University Press; 2011.
7. Jiang Y, Lei CL, Niu CY, Fang YL, Xiao C, Zhang ZN. Semiochemicals from ovaries of gravid females attract ovipositing female houseflies, *Musca domestica*. J Insect Physiol, 2002; 48(10): 945-950.
8. Keiding J. House-fly; biology and control. World Health Organization; 1986. WHO/VBC/86.937.p.63.
9. Koc S, Oz E, Erdogan G, Yanıkoglu A, Cetin H. Synthetic pyrethroid resistance in house fly, *Musca domestica* L.(Diptera: Muscidae), from the solid waste collection facility of Varsak, Antalya, Turkey. Fresen Environ Bull, 2012; 21(11): 3424-3426.
10. Koçak Ö. Zararlı Savaşımı. Hacettepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, İnsektisit Test Üretim Birimi, Ankara. 1998.
11. Levine OS, Levine MM. House flies (*Musca domestica*) as mechanical vectors of shigellosis. Rev Infect Dis, 1991; 13(4): 688-696.
12. Malik A, Singh N, Satya S. House fly (*Musca domestica*): a review of control strategies for a challenging pest. J Environ Sci Health B, 2007; 42(4): 453-469.
13. Mallis A. Handbook of Pest Control. The Behavior, Life History, and Control of Household Pests; 1954.

14. Memmi BK. Mortality and knockdown effects of imidacloprid and methomyl in house fly (*Musca domestica* L., Diptera: Muscidae) populations. J Vector Ecol, 2010; 35(1): 144-148.
15. Ostrolenk M, Welch H. The house fly as a vector of food poisoning organisms in food producing establishments. Am J Public Health Res, 1942; 32(5): 487-494.
16. Rozendaal JA. Vector control: methods for use by individuals and communities. World Health Organization; 1997.
17. Siriwattanarungsee S, Sukontason KL, Kuntalue B, Piangjai S, Olson JK, Sukontason K. Morphology of the puparia of the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) and blowfly, *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae). Parasitol Res, 2005; 96(3): 166-170.
18. Skovgård H, Nachman G. Biological control of house flies *Musca domestica* and stable flies *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) by means of inundative releases of *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae). Bull Entomol Res, 2004; 94(6): 555-567.
19. WHO. 2006. Pesticides and their application. For the control of vectors and pests of public health importance. Sixth edition. 114 p.
20. Young SJ, Gunning RV, Moores GD. The effect of piperonyl butoxide on pyrethroid-resistance-associated esterases in *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). Pest Manag Sci, 2005; 61(4): 397-401.

BÖLÜM 7

ÇEÇE SİNEKLERİ (Diptera: Muscidae) VEKTÖRLÜKLERİ ve MÜCADELESİ

Prof. Dr. Hasan EREN[1], Prof. Dr. Bayram Ali YUKARI[2], Doç. Dr. Hüseyin Bilgin BİLGİÇ[1]

[1]Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, Aydın; [2]Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, Burdur

1. ARTROPOD VEKTÖR

Glossinidae ailesindeki tek cins olan *Glossina* türleri (Tsetse fly), çeçe sineği olarak bilinmektedir. Çeçe sinekleri Subsaharan Afrika'ya özgü olup, omurgalıların kanları ile beslenirler. Hayvan ve insanlarda trypanosomosis (uyku hastalığı) etkenlerine vektörlük yaparlar (6).

1.1. Morfolojileri

Çeçe sinekleri bronz veya kahverengi sinekler olup uzunlukları hortumu (proboscis) hariç 6-14 mm arasında değişir. Öne doğru uzanan bir hortum

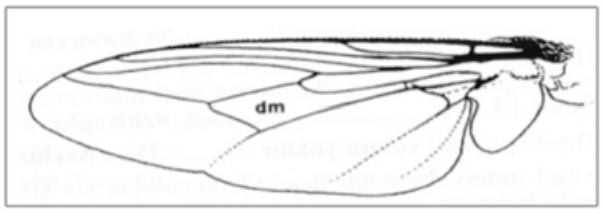
ve hortumla aynı boyda, hortumun iki yanında palpleri bulunmaktadır. Antenleri ön uçta, palplerin kenarında olup antenlerin üçüncü segmentinde dorsalde bir sıra fırça şeklinde uzun kıllar mevcuttur. Başın iki yanında, büyük dichoptik bileşik gözler bulunmaktadır (1, 3, 5-8) (Şekil 1).



Şekil 1. *Glossina* sp.(2)

Proboscis uzun, ileriye doğru uzamış ve palpler tarafından çevrelenmiştir. Sadece dorsal yüzünde kıllar bulunan arista kısa tüycüklerle kaplıdır. Kanatların distal medial hücreleri küçük bir balta şeklindedir (1, 3, 5-8) (Şekil 2).

Dinlenme esnasında, çapraz olarak birbirinin üzerinde bulunan kanatlar, abdomeni örtmekte ve dışa doğru uzanmaktadır. Dişiler daha büyük olup abdomen arkasında genital organları içeren 5-7 adet kitinsel plaklar bulunmaktadır. Erkekler dişilere göre biraz daha küçük olup abdomen arkasında genital organları oluşturan düğme şeklinde bir yapıya sahiptirler (1, 3, 5-8) (Şekil 3).



Şekil 2. *Glossina* türlerinde tipik kanat venleri, dm hücresinin tipik balta şekli (6)



Şekil 3. *Glossina morsitans morsitans'*ın dış genital organ yapısı (2)

1.2.Yaşam Döngüleri

Ergin çeçe sineklerinin hem dişisi hem de erkekleri omurgalılardan kan emerek beslenirler. Aç dişiler pupadan çıktıktan sonra bir gün içinde çiftleşir ve ovulasyon başlar. Spermler spermatofor'a aktarılır ve dişinin spermatekası içerisinde saklanır. Bir kez döllenen dişi ömür boyu fertil kalır ve nadiren bir defadan fazla çiftleşir. Döllenmiş yumurta, uterusun içine doğru hareketlenir. Yumurta içerisinde gelişen larva, yumurtanın koryon tabakasını yırtar ve uterus içerisinde süt bezlerinden salgılanan gıda ile beslenir. Gelişmesini sürdüren larva (L1) uterus içerisinde 2 kez gömlek değiştirerek, yumurtadan çıktıktan 1 gün sonra larva 2, yaklaşık 1,5 gün sonra ise larva 3 olur. İkinci gömlek değişiminden yaklaşık 2.5 gün kadar sonra larva 3 gelişimini tamamlar ve dişinin abdomenine geçer. Gelişmiş bir larva 3, krem renginde ve oval şekillidir. Uzunluğu türlere göre 3-8,5 mm arasında değişen larva 3'ün arka ucunda siyah renkli ve belirgin iki adet topuz bulunur. Bu topuzlar, intrauterin dönemde ve sonrasında kısa bir süre için kullanılan solunum loblarıdır. Yumurtlamadan takriben 9 gün sonra tam gelişmiş ve aktif hale gelmiş olan larva 3, dişi tarafından, genellikle ağaç ve diğer bitkilerin gölge sağladığı gevşek toprak zemin üzerine bırakılmak suretiyle, doğurulur (Şekil 4). Fototaktik olarak negatif, temasa duyarlılık açısından pozitif olan larva, toprak altına doğru hızlıca 1,5-2,5 cm derinliğinde bir tünel açar. Doğurulmayı takiben birkaç saat içerisinde larva 3'ün kabuğu sertleşir ve rengi kahverenginden siyaha

dönüşerek, hareketsiz puparium halini alır. Yaklaşık 2-4 saat sonra puparial kılıf içinde gömlek değiştirme gerçekleşir ve gerçek pupa şekillenir. Puparium şekillenmesini takiben 30 gün içerisinde de ergin sinekler meydana gelir. Kısa süre sonra dişide yeniden ovulasyon gerçekleşir. İyi beslenmiş bir dişi, ortam sıcaklığına bağlı olarak, bu ilk larva doğurmasından sonraki her 7-11 günde bir (ömrü boyunca yaklaşık 10 larva) larva3 doğurmaya devam eder (1, 3, 5-8).



Şekil 4. Larva doğuran dişi *Glossina morsitans morsitans* (2)

Dişi çeçe sinekleri genellikle 20-40 gün kadar yaşarlar. Bazı durumlarda bu süre 3-4 aya kadar uzayabilir. Yaşamları süresince yalnızca bir veya iki kez çiftleşen erkeklerin doğadaki yaşam süreleri 2-3 hafta kadardır (8).

Çeçe sineklerinin memeli ve sürüngenler ile nadiren kanatlılardan oluşan bir dizi konak çeşitliliği mevcuttur. Konak tercihleri *Glossina* türleri arasında farklılık gösterebilir. *Palpalis* grubu türleri çoğunlukla nehir ve göl kıyılarında yaşayan sürüngenlerden, öküzlerden ve bazen de bu sulak bölgelere giren insan ve küçük memelilerden beslenirler. *Morsitans* grubu türleri bozkır alanlarda bulunan seyrek bitki örtüsüne sahip bölgelerde yaşarlar ve çoğunlukla savana (geniş çayır) memelilerinden beslenirler. Savana sakini olan çeçe sinekleri beslenmede önemli tercihleri olan Afrika yaban domuzlarına ek olarak antilop, bizon, zürafa, kudu (Afrika ceylanı), gergedan, duiker (cephalophinae alt ailesinde yer alan küçük bir antilop), bushpig (Güney Afrika domuzu) ve öküz gibi hayvan türlerini içeren geniş bir memeli yelpazesinden beslenirler. *Fusca* grubu türleri Afrika antilobu, bizon ve diğer sığır türleri, zürafa, gergedan, fil, hipopotam, çalı domuzu,

nehir domuzu, kirpi, karıncayiyen ve hatta deve kuşunu içine alan, çok çeşitli konak türlerinden beslenir. İnsan bu sinek türlerinin hiçbiri tarafından tercih edilmez. Çeçe sinekleri, özellikle aç kalma durumunda kendi habitatına girmiş olan insanlardan kan emmek zorunda kalırlar (1, 3, 5-8).

Zamanlarının büyük bölümünü bitkiler üzerinde dinlenerek geçiren bu sineklerin en aktif olduğu zaman dilimi, sabah ve akşamüstü saatleridir. Dinlenme esnasında sakin görünen çeçe sinekleri, konak arama esnasında çok hızlı hareket ederler. Çeçe sinekleri her ne kadar çoğunlukla gün ışığında besleniyor olsalar da, gece kan emen türler de vardır. Çeçe sinekleri sakin hayvanlardan kan emmeye daha yatkındır ve sıklıkla gölgede duran hayvanlardan beslenmeyi tercih ederler (1, 3, 5-8).

Yaklaşık 0.03 ml kan emen bir çeçe sineği, 1-10 dakika içerisinde tamamen doyarak şişer ve konağını terk ederek yakındaki bir ağaç veya cisim üzerine konar. Burada, emdiği kanı sindirirken bir taraftan da vücudundaki fazla sıvıdan kurtulmak için anüsünden berrak sıvı boşaltmaya devam eder. Sindirim ve emilim orta bağırsakta gerçekleşir. Beslenmeden sonraki ilk 30 dakika içerisinde, emdiği kanla artan ağırlığının yaklaşık % 40'ını kaybeder. Emilen kanın tamamen sindirilmesi 48 saat kadar sürer. Beslenme aralıkları ortalama 3-5 gün arasında değişir (8).

1.3. Sınıflandırılması

Alem : *Eukaryota*

Alt Alem : *Animalia*

Kök : *Arthropoda*

Sınıf : *Insecta*

Dizi : *Diptera*

Alt Dizi : *Brachycera*

Bölüm : *Schizophora*

Alt Bölüm : *Calyptera*

Aile : *Muscidae*

Soy : *Glossina*

Glossina soyu, farklı ekolojiye sahip üreme alanlarında bulunan türlerin oluşturduğu ortak özelliklere göre 3 alt soy (Grup)' a ayrılmıştır. Bunlar

Fusca grubu (*Austenina*), *Palpalis* grubu (*Nemorhina*) ve *Morsitans* grubu (*Glossina*) olarak adlandırılır (1, 5, 8). *Fusca* grubunda 13 tür olup bunlar batı ve orta Afrika'nın ormanlık alanlarında yaygındırlar, en önemli türleri *G. fusca*'dır. *Palpalis* grubunda 5 tür olup bunlar batı ve orta Afrika' da su kıyıları boyunca yaygındırlar ve en önemli türü *G. palpalis* dir. *Morsitans* grubunda ise 5 tür olup en önemli türü *G. morsitans* dır. Bunlarda orta ve güneydoğu Afrika' da çayır ve ovalık alanlarda yaygındırlar (1, 5, 8).

Glossina türlerinin teşhisi, morfolojik özelliklerine göre yapılmakta olup, tür ve alt tür anahtarları Jordan (1993) tarafından taksonomiye dahil edilmiştir. Hem erkek hem de dişi sineğin genital organlarındaki morfolojik detaylar, çeçe sineklerinin ayırt edilebilmesi için önemli taksonomik özelliklerdir. Ergin çeçe sineklerinin teşhisinde, hortum'un (proboscis) şekli, anten aristalarının konumu ve dallanması, kanatlardaki damarlanma ve kanatlarını katlama biçimi de önem arz eden diğer unsurlardır (1, 3, 5-8).

1.4. Epidemiyolojisi

Çeçe sinekleri tropik ve subtropik Afrika'ya özgü türlerdir. Tahmini olarak 10 milyon km^2 kadar bir alanda bulunmalarına rağmen yayılışları, süreklilik göstermez. Sürekli bulundukları yaşam ve üreme alanları, ormanlık, gölgelik ve nemli arazileri içeren ve geleneksel olarak 'sinek bölgesi' (fly belts) diye isimlendirilen birkaç yüz km^2 lik sınırlı alanlardır (8).

Çeçe sinekleri, sıcaklığın 16-40^oC arasında (en iyi gelişim 22-24^oC sıcaklıklarda) ve yıllık yağış miktarının en az 0,5 m olduğu alanlara ihtiyaç duyarlar. Bu sinekler, 1500 metrenin üzerindeki yüksekliklerde bulunmazlar. Çöl koşulları nedeniyle Kuzey Afrika'da, Namibia ve Botswana çölleri ile düşük ortam sıcaklıkları nedeniyle Güney Afrika'da sınırlı sayıda bulunurlar. Türkiye'de *Glossina* türleri bulunmaz (8).

Çeçe sineklerinin memeli ve sürüngenler ile nadiren kanatlılardan oluşan bir dizi konak çeşitliliği mevcuttur. Konak tercihleri *Glossina* türleri arasında farklılık gösterebilir. *Palpalis* grubu türleri çoğunlukla nehir ve göl kıyılarında yaşayan sürüngenlerden (Ör: timsah, etobur kertenkele), bushbuck'lardan (sub-saharan Afrika'da yaşayan bir tür antilop), öküzlerden ve bazen de bu sulak bölgelere giren insan ve küçük memelilerden beslenirler. *Morsitans* grubu türleri bozkır alanlarda bulunan seyrek bitki örtüsüne sahip bölgelerde yaşarlar ve çoğunlukla savana (geniş çayır) memelilerinden beslenirler. Savana sakini olan çeçe sinekleri beslenmede önemli tercihlerinden olan Afrika yaban domuzlarına ek olarak antilop, bizon, zürafa, kudu (Afrika ceylanı), gergedan, duiker

(Cephalophinae alt ailesinde yer alan küçük bir antilop), bushpig (Güney Afrika domuzu) ve öküz gibi hayvan türlerini içeren geniş bir memeli yelpazesinden beslenirler. Savana grubundaki ormanlarda yaşayan bir tür olan *Glossina austeni,* neredeyse yalnızca orman domuzlarından kan emer. *Fusca* grubu türleri Afrika antilobu, bizon ve diğer sığır türleri, zürafa, gergedan, fil, hipopotam, çalı domuzu, nehir domuzu, kirpi, karınca yiyen ve hatta deve kuşunu içine alan çok çeşitli konak türlerinden beslenir. İnsan bu sinek türlerinin hiçbiri tarafından tercih edilmez. Çeçe sinekleri, özellikle aç kalma durumunda kendi habitatına girmiş olan insanlardan kan emmek zorunda kalırlar (8).

Zamanlarının büyük bölümünü bitkiler üzerinde dinlenerek geçiren bu sineklerin en aktif olduğu zaman dilimi, sabah ve akşam üstü saatleridir. Dinlenme esnasında sakin görünen çeçe sinekleri, konak arama esnasında çok hızlı hareket ederler. Çeçe sinekleri çoğunlukla gün ışığında beslenirler. Genellikle gölgede duran sakin hayvanlardan kan emerler. Yaklaşık 0.03 ml kan emen bir çeçe sineği, 1-10 dakika içerisinde tamamen doyarak şişer ve konağını terk ederek yakındaki bir ağaç veya cisim üzerine konar. Burada, emdiği kanı sindirirken bir taraftan da vücudundaki fazla sıvıdan kurtulmak için anüsünden berrak sıvı boşaltmaya devam eder. Sindirim ve emilim orta bağırsakta gerçekleşir. Beslenmeden sonraki ilk 30 dakika içerisinde, emdiği kanla artan ağırlığının yaklaşık % 40'ını kaybeder. Emilen kanın tamamen sindirilmesi 48 saat kadar sürer. Beslenme aralıkları yaklaşık 3-5 gün arasında değişir (8).

1.5. Vektörlük açısından önemleri

Çeçe sinekleri, insan ve hayvanlarda Afrika uyku hastalığına neden olan *Trypanosoma* türlerine vektörlük yaparlar. Günümüzde Afrika'da çeçe sineği enfestasyonlarına maruz kalmaları nedeniyle yılda, 25.000'den fazla kişinin trypanosomiasis'e yakalandığı kaydedilmiştir. İnsanlar için patojen olan iki *Trypanosoma* türünden, Batı Afrika formu, Gambiya'dan dolayı, *Trypanosoma gambiense* olarak adlandırılmıştır. Bu tür doğudan orta Afrika'ya, buradan da güneyde Zaire'ye ve kuzey Uganda'ya kadar olan bölgelerde hala görülmektedir. Batı Afrika'da uyku hastalığının başlıca vektörleri, nehir, akarsu ve göllerin yakınlarındaki gölgelik orman alanlarında bulunan ve *Palpalis* grubuna dahil, *Glossina palpalis, G. tachinoides ve G. fuscipes* türleridir. Bu hastalık, zihinsel bozukluklara, ilerleyen zayıflama ve dermansızlıklara sebep olan kronik bir enfeksiyon olarak tanımlanır. Doğu Afrika formu olan ikinci tür ise, şimdiki adı

Zimbabwe olan Rhodesia'dan dolayı *Trypanosoma rhodesiense* olarak isimlendirilmiş olup günümüzde Sudan, Uganda, Kenya, Tanzanya, Güney Zaire, Zambiya, Malawi ve Mozambik ve bunların yanı sıra Zimbabwe ve Botswana'da görülür. Doğu Afrika trypanosomiasisi akut seyirli zoonoz bir hastalıktır. Miyokarditis ve meningoensefalitis ile karekterize ateşli bir tablo oluşturan ve kısa sürede ölüme neden olan bu hastalıkta insan, tesadüfi konaktır. Pek çok çeçe sineği türünün insanlardan kan emmeye istekli olmayışı ve çok sayıda potansiyel vektör türün, insan-sinek ilşkisinin bulunmaması yanında, insanların konak-vektör ilişkisinin zayıf olduğu alanlarda yaşamaları nedeniyle, Afrika'da insan trypanosomiasis'inin yayılışı, çeçe sineklerinin yayılışı kadar fazla değildir (1, 3, 5-8).

Çeçe sineklerinin *Trypanosoma* türlerini nakletmelerinin yanında, halk sağlığın açısından sık görülmeyen bazı etkileri de söz konusudur. Bunlar arasında, Arhropod antijenlerine karşı kısmen duyarlı bazı insanlarda, çeçe sineği sokmalarından sonra deri döküntüsü, kaşıntı gibi deri rahatsızlıkları görülmesi ve gelişebilen anaflaktik reaksiyonlar sayılabilir. Yine kan emen bazı *Glossina* türeleri insanlarda belli belirsiz bir acı veya kısa süreli irritasyonlara neden olabilmektedir (8).

İnsan dışında, hem evcil hem de yabani hayvanlarda, *Glossina* kaynaklı ve farklı türlerin sebep olduğu trypanosomiasis görülmektedir. Afrika'daki pek çok yabani konak bu parazitlere karşı bağışık olup subklinik ya da hafif enfeksiyonlar geçirmektedir. Bu nedenle yabani hayatta trypanosomiasis nadiren görülür. Bunda vektör *Glossina* türlerinin yabani hayvanlardan nadiren kan emmeleri de önemli bir faktördür. Evcil ve birçoğu rezervuar konak olan yabani hayvanlarda Nagana' ya sebep olan türler, *T. brucei, T. suis, T. congolense, T. simiae, T. uniforme ile* Souma hastalığı etkeni olarak da değerlendirilen ve Afrika dışında (Orta ve Güney Amerika'da) görülen tek tür olan *T. vivax'* dır. Diğer yandan çeçe sinekleri tarafından nakledilen ve timsahlara özgü bir tür olan *T. grayi*, memeli hariç tek *Trypanosoma* türü olarak karşımıza çıkmaktadır (1, 3, 5-8).

Ateş, anemi, ishalle birlikte zayıflama ve ölüme yol açan ve kronik bir hastalık olan Nagana, Afrika kıtasının yaklaşık üçte birlik bir bölümünde ticari amaçlı evcil hayvan üretiminin gelişmesini engellemiş ve günümüzde de engellemeye devam etmektedir. Afrika uyku hastalığının aksine Nagana, *Glossina* türlerinin bulunduğu her yerde görülür ve geniş bir alanda yayılış gösterir. Nagana'ya sebep olan *Trypanosoma* türlerinin vektörlüğünü yapan *Glossina* türleri, üç grupta (*Palpalis, Morsitans* ve *Fusca*) da yer alırlar. Buna

göre *T. congolense, T. simiae* ve *T. vivax'*ın vektörleri her 3 grupta da bulunurken, *T. brucei*, *Palpalis* ve *Morsitans* grubu türleri ile taşınabilir. Yine *T. uniforme'* nin vektörü sadece *Palpalis* grubu türleri, *T. suis'* in ise sadece *Fusca* grubu türleridir. Son iki *Trypanosoma* türünün yalnızca birer vektör grubu tarafından naklediyor oluşu, *T. uniforme'* un yayılışı ile *T. suis'* in yayılışının, sadece kendi vektörlerinin yaşadığı alanlar ile sınırlı kalmasına yol açmıştır (1, 3, 5-8).

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

Vektör çeçe sineklerinin kontrol altına alınmasına ve böylece Afrika'da uyku hastalığı ile Nagana' yı da kontrol altına almaya yönelik çabalar halen sürdürülmektedir. Bunlar içerisinde, çeçe sineklerine karşı kimyasal ve ekolojik mücadele yapılması, vektörü oldukları hastalıkların nakil zincirinin kırılması için enfekte insan ve hayvanlara tedavi ve karantina uygulanması, tarımda kullanılan hayvanların *Trypanosoma* türlerine karşı dirençli ırk hayvanlardan seçilmesi, insan ve insan dışı konaklar için aşı geliştirme çalışmaları gibi faaliyetler yer almaktadır (1, 3, 5-8).

Mücadelede en kolay ancak en riskli yöntem, direk olarak çeçe sineklerinin bulunduğu alanlarda, kamyonet gibi araçlardan havaya ve toprağa insektisit püskürtülmesidir. En çok kabul görmüş görünen bu yöntem, sığırlara, kene mücadelesi amacıyla periyodik olarak uygulanan akarisit banyosuna insektisit ilave edilmesi suretiyle uygulanır. Bunu çeçe sineklerinin istirahat ve üreme alanlarındaki ağaçların kesilmesi veya yakılması, ergin ve pupaların bulunduğu alanların tahrip edilmesi ve avlanmayla, kan emdikleri yabani konak sayısının azaltılması gibi dolaylı yöntemler izler (8).

Çeçe sineği kontrolünde zor, etkisi sınırlı ancak çevreye duyarlı diğer bir yöntem, steril edilmiş erkek sineklerin üretilip, doğaya salınmasıdır. Bu yolla, sınırlı otlama alanlarında eradikasyon sağlanmıştır (8).

Mücadelede kullanılan çevreye duyarlı diğer bir yöntem çeçe sineklerinin doğal düşmanlarından yararlanmadır. Buna göre ergin çeçe sinekleri ile mücadelede doğal düşmanları olan örümcekler, kız böcekleri ve bazı yaban arılarından yararlanılır. Aynı şekilde çeçe sineği pupaları ile mücadele amacıyla, birçok karınca türü, 20' nin üzerinde yaban arısı türü ve 10 kadar Bombyliidae türü preditörden istifade edilmektedir (8).

Ergin yakalamak amacıyla, karbondioksit, aseton, fenol gibi cezp edicileri kullanarak tuzak (Morris tuzağı, Challier ve Laveissiere tuzağı gibi) kurmak

da uygulama alanı bulan diğer yöntemdir (8). Uganda' da yapılan bir çalışmada her km' ye 10 adet deltamethrin emdirilmiş piramidal optik tuzaklar kullanılmış ve sinek popülasyonunda %95' ten fazla azalma görülmüştür (4).

Yine sınırlı alanlardaki düşük çeçe sineği yoğunluğuna karşı mücadelede, el ağları ile sinek yakalanması ve bunun pülvarizatör ile ilaç püskürtmek suretiyle kombine edilmesi gibi uygulamalar da söz konusudur (8).

3. KAYNAKLAR

1. Altıntaş N, Atay MG. Diğer Vektörler. Editörler, Özcel MA, Daldal N. Parazitoloji'de Artropod Hastalıkları Vektörler. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 13, 1997, 479-492.
2. Anon, http://www.raywilsonbirdphotography.co.uk/Galleries/ınvertebrates/vectors/Tsetse_Fly.html, Erişim Aralık 2011.
3. Keetle DS. Medical and Veterinary Entomology. CAB İnternational publishing, Cambridge, USA, 1990, 203-222.
4. Lancien J. Campaign against sleeping sickness in South-West Uganda by trapping tsetse flies. Ann soc Belg Med Trop., 71 Suppl 1:35-47, 1991.
5. Özcel MA, Yazar S. Glossinidae (Glossina'lar, Çeçe sinekleri). Editör, Özcel MA. Özcel'in Tıbbi Parazit Hastalıkları. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın No: 22, İzmir, 2007, 821-824.
6. Taylor MA, Coop RL, Wall RL. Veteriner Parazitoloji. Üçüncü baskı, Medipres, Malatya, 2016.
7. Mehlhorn H. Parasitology in Focus Facts and Trends. Springer-Verlag, 1988.
8. Yukarı B A. Glossinidae. Editörler, Karaer K Z, Dumanlı N. Arthropodoloji. Medisan Yayın serisi: 81, Ankara, 2015, 227-232.

BÖLÜM 8

MİYAZİS

(Diptera: Brachycera / Calliphoridae)

Doç. Dr. Erdal POLAT

İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

1. ARTROPOD

Erişkin döneminde insan paraziti olmayan, ancak larva evrelerinde insanların, hayvanların doku ve organlarına yerleşerek miyaza neden olan sinekler Diptera takımının Cyclorrhapha alt takımında yer alırlar. Bu sinekler tıbbi entomolojide miyaz sinekleri olarak adlandırılırlar. Miyaz sinekleri normal olarak hayvanların leşleri ve bitkisel maddelerle beslenerek doğadaki dönüşüme yardımcı olurlar. Ancak bu sineklerin dişileri, bazen insan ve hayvanların hastalıklı dokularına yumurtlar veya larvalarını doğurarak miyaza neden olurlar. Larvalar ölü dokularla

beslenirler veya daha derinlere geçip sağlam dokulara saldırabilirler. Bazı larvalar ise sadece ölü dokulara saldırır ve yaranın temizlenmesine yardımcı olurlar. Calliphoridae ailesinde yer alan *Lucilia sericata* türü sinek larvaları sadece ölü dokularla beslenirler (5, 10, 15).

Ülkemizde miyaz en fazla yaz ve sonbahar aylarında görülmektedir. Çünkü artropodlar soğukkanlı hayvanlar olduğundan kış uykusuna yatarlar ve 15 ^{0}C'nin altında aktivite göstermezler. Miyaza neden olan sinekler kırsal kesimde ve hayvan popülasyonun fazla olduğu yerlerde daha fazla görülmektedirler. Ayrıca yaz aylarında kent içinde uzun süre toplanmayan çöpler, çöp toplama merkezleri ve hijyenik olmayan çevreler miyaz sineklerinin üremeleri için uygun koşullar oluşturmaktadır (3). Miyaz sinekleri insanların, hayvanların burun, ağız, kulak, anüs, ürogenital gibi doğal boşluklarına ve açık olan her çeşit yaraya yumurtalarını veya canlı larvalarını bırakabilmektedirler. İnsanlarda miyaz olguları sporadik olarak görülmektedir. Bu olgularda konak olan hayvan ile insanın ilişkisi önemlidir (5, 10, 15, 16).

İnsanlarda miyaza neden olan sineklerin erişkinleri doğada serbest yaşamakta olup bitki öz suyu ile beslenmektedirler. Miyaz sinekleri; *Wohlfahrtia, Sarchophaga, Oestrus* ve *Rhionestrus* cinslerinde olduğu gibi vivipar ya da *Calliphora*, *Gasterophilus*, *Hypoderma* ve *Lucilia* cinslerindeki gibi ovipar olabilirler. Miyaz etkeni sinekler morfolojik olarak erişkin, yumurta, larva ve pupa olarak incelenmektedirler (Şekil 1). Uygun koşullarda yumurtadan çıkan larvalar üç kez gömlek değiştirerek pupa evresine geçerler.

Sıcak yaz aylarında sinekler evrimlerini 10 gün gibi kısa bir sürede tamamlayabildiklerinden yaz boyunca 10 – 12 nesil verebilirler. Yumurtadan çıkan dişiler 24 saat içinde yaşamlarında bir kez çiftleşebilmekte ve 8 – 12 günde yumurtlamaya başlamaktadırlar (5, 10, 15).

1.1. Erişkin miyaz sineğinin morfolojik yapısı

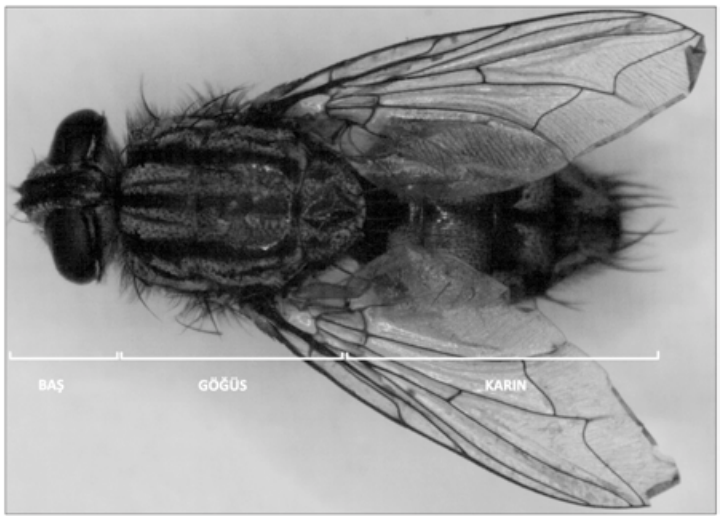
Erişkin sinekler genelde orta büyüklüktedir. Ancak bazıları daha büyük olabilir. Vücut; baş (kaput), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Serbest olan baş kolaylık ile hareket etmektedir. Vücut üzerinde renkli lekeler, tüy veya pul benzeri yapılar bulunmaktadır (5, 10, 15).

Başın iki tarafında bileşik gözler bulunmaktadır. Erkek erişkin sineklerde gözler birbirine yapışık veya çok yakın, dişilerde ise birbirinden uzaktadır. Merhum Hocam Prof. Dr. Ekrem Kadri Unat'ın deyişi ile "erkeklerin suratları asık olduğundan kaşları çatık, kızların yüzleri güleç olduğundan kaşlar biri birinde aralıklıdır". Başta üç parçadan oluşan bir çift anten ve

üçüncü parçanın sırt tarafında çıplak veya tüylü, sineğin tanımlanmasında önemli olan arista bulunur. Hortum; çift duygu palplerinin bulunduğu rostrum, haustellum ve labella olmak üzere üç parçadan oluşur. Oestridae, Hypodermatidae ve Gasterophilidae ailelerine ait erişkin sinekler gıda almadıklarından hortumları körelmiştir (Şekil 3).



Şekil 1. *L. sericata*'nın hayat döngüsü: A. Yumurta B. I. evre larva C. II. evre larva, D. III. evre larva, E. Pupa, F. Erişkin (orijinal) (Cerrahpaşa Tübitak Biyoterapi Laboratuarı)



Şekil 2. Erişkin miyaz sineği (orijinal)

Göğüs, 3 segmentli olup mezotoraks diğer segmentlere göre daha da gelişmiştir. Göğüs üzerinden çıkan kıllar ve koyu renkteki şeritler sineğin tanımlanmasında önemlidir. Göğüs ventralinde insecta sınıfının özeliğinin gösteren 3 çift ayak bulunmaktadır (Şekil 4).

Karın, normalde 12 segmentli olup, çoğu sinekte 5 segmenti belirgindir. Diğer segmentler dişi ve erkek organları oluşturmaktadır (Şekil 5) (5, 10, 15, 16).

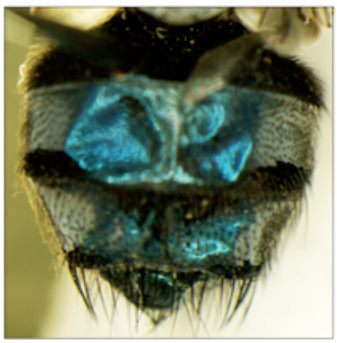
Kanatlardaki venlerin sayısı azalmış olup, venlerin yapısı sineğin tanımlanmasında önemlidir (Şekil 5).



Şekil 3. Erişkin miyaz sineğinin başı (orijinal)



Şekil 4. Erişkin miyaz sineğinin göğsü (orijinal)



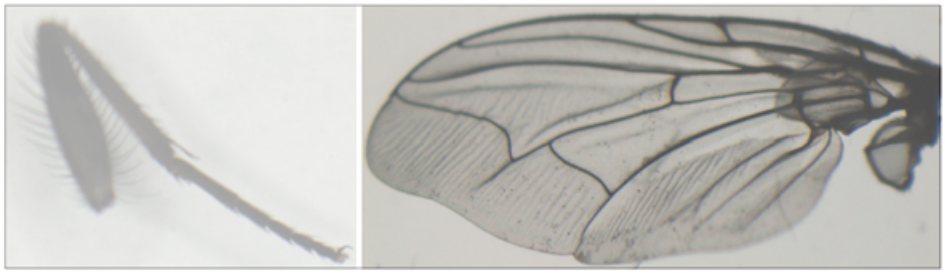
Şekil 5. Erişkin miyaz sineğinin karnı (orijinal)

Erişkin miyaz sineklerinin bazılarının vücudu; *Gasterophilidae*, *Hypodermatidae* ve *Oestridae* ailelerinde olduğu gibi kıllı olabilir. Miyaz sinekleri çeşitli renklerde olabilir. Hatta erişkin sineğin vücudu başka, başı başka bir renkte görülebilir.

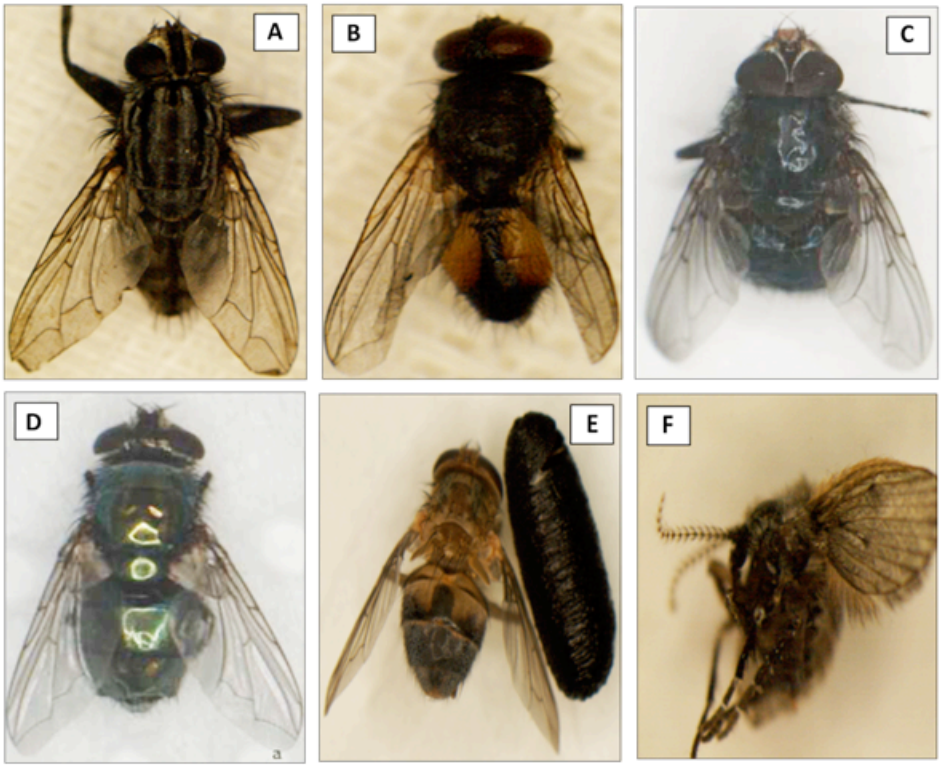
Calliphoridae familyasında vücut madeni parlaklıkta, aynı aileye ait *Phormia* cinsinin vücudu mavimsi siyah, baş ise siyahtır. *Calliphora* türlerinin vücudu mavi, baş kısmı ise kırmızı veya altın sarısı renktedir. *Phaenicia* ve *Lucilia* türlerinin vücudu yeşil, baş kısmı ise gümüş renktedir.

Erişkin miyaz sineklerinin karın bölgesinde de değişik şekiller vardır. *Sarchophaga*'larda karın gri ve siyah dama taşı şeklinde iken, *Wohlfahrtia*'larda karın gri renkte olup üzerinde siyah lekeler vardır.

Miyaz sineklerinin büyüklükleri farklı olup; *Piophila* türleri 2 – 4 mm iken, *Tubifera*, *Gasterophilus*, *Sarchophaga*, *Hypoderma* ve *Oestrus* türleri 10 – 15 mm büyüklüğündedir (Şekil 7) (5, 10, 15, 16).



Şekil 6. Erişkin miyaz sineğinin ayağı ve kanatı (orijinal)



Şekil 7. A. *Sarcophaga sp.*, B. *Musca domestica*, C. *Calliphora vomitoria*, D. *Lucilia sericata*, E. *Cordylobia anthropophaga*, F. *Psychoda albipennis* (orijinal)

1.2. Miyaz sineklerinin larvaları ve tanıtıcı yapıları

Miyaz etkeni olan sinek larvalarının ön kısmı arka kısmına göre daha ince olup silindirimsi görünümündedir. Larvalar 12 segmentli olup ön kısmında baş, arka kısmında anüs segmenti bulunur (Şekil 8). Larvaların bazıları tırtıl

şeklinde bazıları ise ileri derece yassılaşmış ve bazılarında birtakım çıkıntılar vardır. Larvaların baş ve bacakları olmayıp, büyüklükleri larva evrelerine göre değişir, gezici larvalar en büyüğüdür (5, 9-11, 15).

Göğüs ve karın segmentleri tüylü olabildiği gibi üzerinde dikenler de bulunabilir. Bunların şekli, pozisyonu, bulundukları segment sayısı, dorsal veya ventral yüzde bulunmaları taksonomik açıdan önemlidir (Şekil 9).

Baş segmentinin karın yüzünde bir çift ağız çengeli veya dudak skleriti bulunur. Çengel veya pençe şeklinde olan bu yapılar tutunmaya ve dokuları parçalamaya yarar (Şekil 10).

Ağız çengelinden daha geride; biri sırtta diğeri de karın yüzeyinde olmak üzere yutak skleritleri bulunmaktadır. Sinek türüne göre değişik şekilde olan bu yapılar larvanın tanısında önemlidir (Şekil 11).

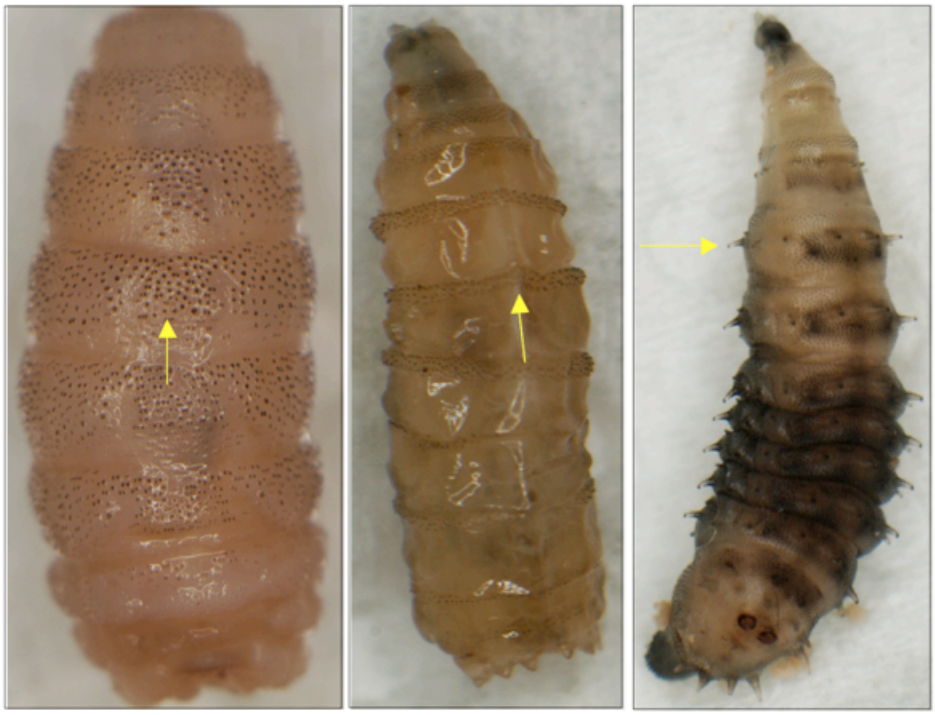
İlk göğüs segmentinin her iki yanında birer adet olmak üzere ön solunum delikleri bulunur. Sinek türüne göre değişik şekilde ve sayıda olan bu yapılar larvanın tanısında önemlidir (Şekil 12).

Larvaların son segmenti küt olup arka yüzü dışarıya çıkık veya içe doğru çöküktür. Üzerinde bulunan tüberküller genelde 12 adettir. Larvanın arka kısmında tanıda önemli olan koyu renkte bir çift solunum deliği (stigma) bulunmaktadır (Şekil 13).

Stigmanın etrafı peritem denen bir halka ile çevrilidir. Peritemin durumu, stigma içinde bulunan solunum yarıklarının şekli larvaların tanımlanması için, sayısı ise evrenin belirlenmesi için önemlidir. Bazılarında peritemde düğme adını alan bir oluşum bulunmaktadır. Düğme peritemin boşluğunda olabildiği gibi peritem ile tamamen çevrilmişte olabilir (Şekil 14) (5, 9, 10, 15, 16).



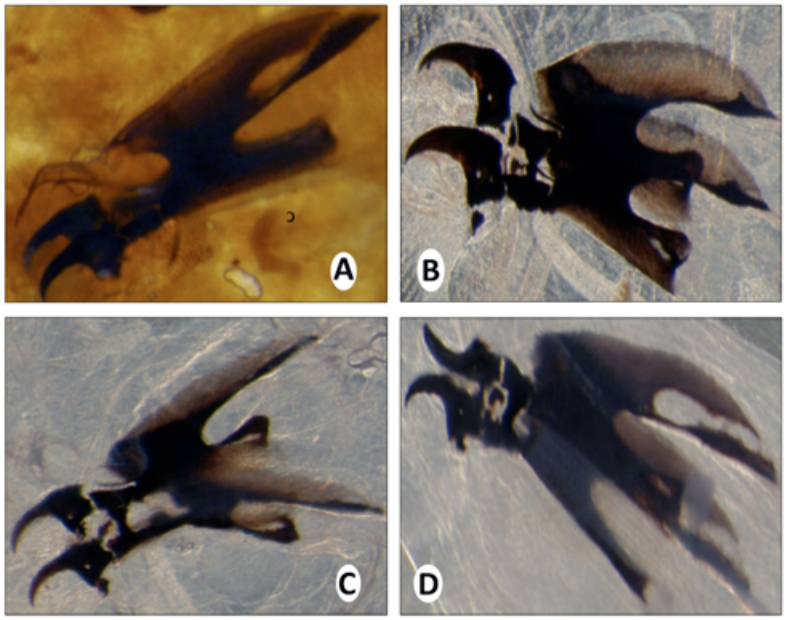
Şekil 8. Miyaz sineği larvası (üstte; orijinal)



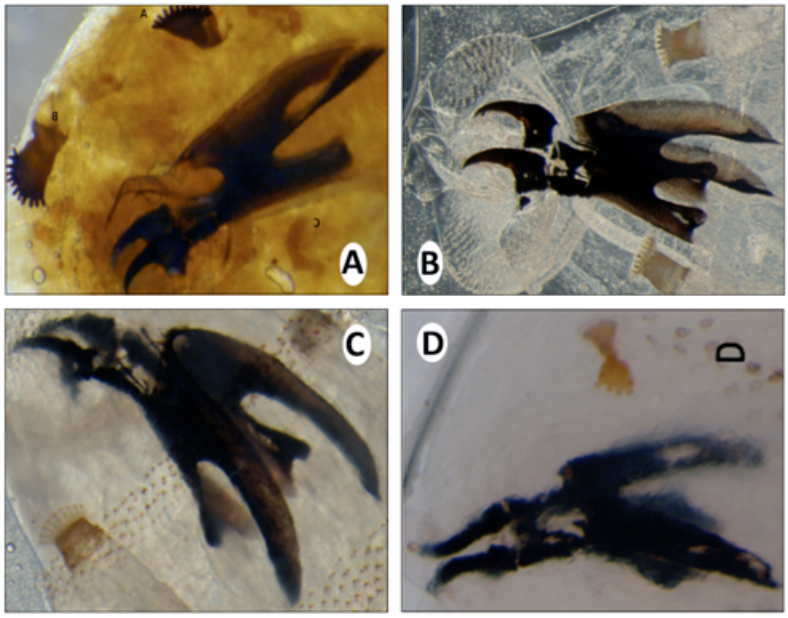
Şekil 9. Miyaz sineği larvasının segmentleri üzerindeki dikensi çıkıntılar (orijinal)



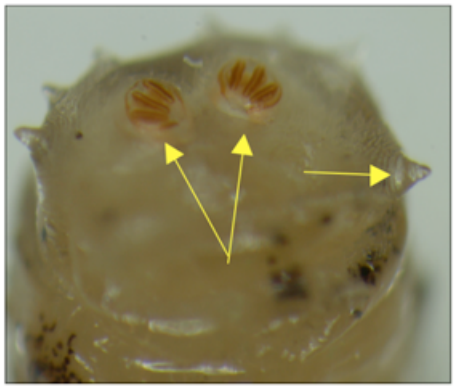
Şekil 10. Miyaz sineği larvasının ağız çengeli veya dudak skleriti (orijinal)



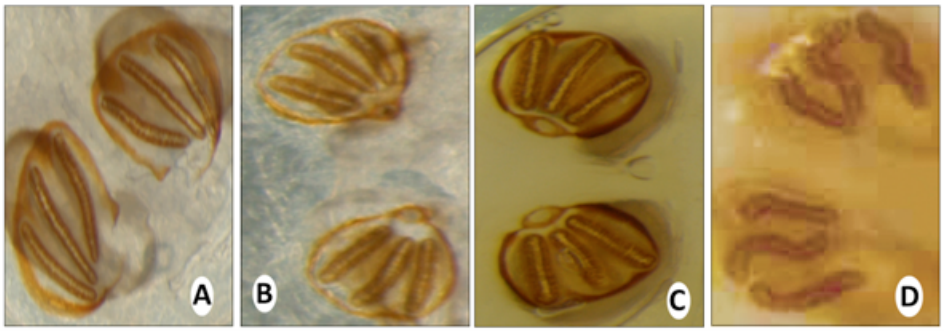
Şekil 11. Miyaz sineği larvasının dudak ve yutak skleritleri (orijinal) A. *Sarcophaga sp.*, B. *Calliphora sp.*, C. *Lucilia sp.*, D. *Cordylobia sp.*



Şekil 12. Miyaz sineği larvasının dudak, yutak skleritleri (Head skeleton) ve ön stigmatlar (anterior spiracles) (orijinal) A. *Sarcophaga sp.*, B. *Calliphora sp.*, C. *Lucilia sp.*, D. *Cordylobia sp.*



Şekil 13. Miyaz sineği larvasının tüberkülleri ve stigmaları (orijinal)



Şekil 14. Miyaz sineği larvasının arka stigmaları (posterior spiralce), solunum yarıkları ve periterimleri (orijinal) A. *Sarcophaga sp.*, B. *Calliphora sp.*, C. *Lucilia sp.*, D. *Cordylobia sp.*



Şekil 15. *Lucillia sericata* pupaları (orijinal)

1.3. Miyaz çeşitleri

Miyaz etkeni olan sinek larvalarının parazitlik derecesine göre; zorunlu (obligatory), istemli (fakültatif) ve rastgele (aksidental) parazitler olarak üç grupta inceleyebiliriz (5, 9, 10, 15).

1.3.1. Zorunlu (obligatory) miyaz ve etkenleri

Bu miyaz türünde konakların insanlar ile olan ilişkisi önemlidir. *Oestrus ovis* ile oluşan miyaz koyun ve keçiler; *Gasterophilus intestinalis, Gasterophilus haemorrhoidalis, Gasterophilus pecorum* ve *Rhinoestur purpureus* ile oluşan miyaz atlar; *Hypoderma bovis, Hypoderma lineatum* ve *Hypoderma tarandi* ile oluşan miyaz ise sığırlar ile ilişkisi olan insanlarda görülür. Esas konaklarında üçüncü larva evresini tamamlayan larvalar, insanda ancak birinci larva evresine gelebilirler. Bu grupta yer alan *Wohlfartia magnifica* ise açık alanlarda yaşar.

Familya : *Gasterophilidae* (Midesinekleri)

Tür : *Gasterophilus intestinalis*

Tür : *Gasterophilus pecorum*

Tür : *Gasterophilus haemorrhoidalis*

Bal arısına benzeyen bu sineklerin erişkinleri 5- 10 gün yaşarlar ve beslenmezler. Uçarken arı gibi vızlayarak ses çıkaran bu sineklerin vücutları tüylü olup ağız parçaları körelmiştir. Karnının arka ucu gövdenin altına doğru kıvrılmıştır. *G. haemorrhoidalis, G. intestinalis* türlerine ait dişi sinekler uçarken yumurtalarını; atların, katırların, eşeklerin, zürafaların dudak ve çenelerine, *G. intestinalis* ise bu hayvanların bacaklarının iç tarafındaki ve karındaki kıllara tek tek veya küçük gruplar halinde yapıştırırlar. Yumurtalardan 1 - 2 hafta içinde çıkan larvalar konak yalanırken dil ve dudağa yapışır. Buradan da ağızın epitel dokusu altında oluşturdukları tünellere yerleşirler. Daha sonra mide ve bağırsağa yerleşen larvalar 8 - 10 ayda III. evreyi tamamlayarak dışkı ile dışarı atılır ve toprakta pupa evresine geçerler. Uygun sıcaklık ve nemde 3 – 4 haftada pupalardan erişkinler çıkar (Şekil 16) (5, 6, 10, 15).

Gasterophilus türlerine ait I. evre larvalar insanlarda ağız mukozası etrafındaki deride çizgi tarzında izler oluşturmaktadır. Ancak larvalar insan ağız mukozasında II. evreye geçemez ve ölürler.



Şekil 16. *Gasterophilus equi'*inin larvaları (orijinal).



Şekil 17. *Hypoderma bovis'*in larvaları (orijinal)

(Fotoğraflar Prof. Dr. Ekrem Kadri Unat'ın koleksiyonundan çekilmiştir).

Familya : *Hypodermatidae*

Tür : *Hypoderma bovis*

Tür : *Hypoderma lineatum*

Tür : *Hypoderma tarandi*

Bal arısına benzeyen bu sineklerin erişkinlerinin vücutları tüylü olup beslenmezler. Konakları memeliler, özellikle sığırlar bazen de geyiklerdir. Dişi sinekler ilkbaharda yumurtalarını konaklarının vücuduna, çoğunlukla bacaklarına yapıştırırlar. Yumurtalardan birkaç günde çıkan larvalar kıl diplerinden deri içine veya konağın yalanması esnasında ağzın mukozasına girer ve özafagusa kadar gelebilirler. Burada gömlek değiştirerek II. evreye geçen larvalar; bağırsakların, karaciğerin, kalbin, kasların ve diğer organların etrafında dolaşarak bağ dokusuna yerleşir ve gömlek değiştirerek III. evreye geçerler. Evrimini tamamlayan larvalar ilkbaharda deriden dışarı çıkarak toprakta pupa evresine geçer ve bir ay sonra erişkin halini alır (Şekil 17) (5, 6, 10, 15).

Familya : *Oestridae* (Sığır sinekleri)

Tür : *Oestrus ovis*

Başı sarımsı, bacakları sarı, göğsünün üstünde dört adet boyuna siyah çizgisi olan sineğin karnında siyah ve düzensiz gri benekler bulunur.

Erişkini 10 – 12 mm olan sinekler besin almazlar, larvaları ise koyun ve keçilerin alın ve çene sinüslerine yerleşerek miyaz oluştururlar. Dişi sinekler uçarken larvalarını koyunların, keçilerin ve ceylanların burun deliklerinin yanına bırakırlar. Burun boşluğundan alın ve sinüslere geçen larvalar 2,5 – 6 ayda evrimlerini tamamlayarak toprağa düşer ve pupa evresine geçerler.

Tür : *Rhinoestur purpureus*

Boyu 8 -11 mm olan sineğin larvaları atların, katırların burun, alın sinüsleri, yutak ve gırtlaklarında miyaz oluştururlar. Dişiler larvalarını konağın göz ve burun boşluklarına püskürterek bırakırlar. Burun boşluğundaki larvalar bir yıl kalabilirler. Evrimini tamamlayan larvalar toprağa düşerek pupa haline geçerler (5, 7, 10, 15).

Familya : *Sarcophagidae* (Et sinekleri)

Alt familya : *Sarcophaginae*

Tür : *Wohlfartia magnifica*

Erişkini kül renginde 10 - 14 mm boyunda olup karnının orta lekeleri birleşerek bir şerit oluşturur. Açık alanlarda bulunan bu sinekler çiçek nektarı ile beslenirler. Sıcağı ve ışığı sevdiklerinden yaz aylarında öğle saatlerinde çok aktif olurlar. Vivipar olan bu sinekler larvalarını yaralara, kesiklere, burun ve kulak boşluklarına bırakırlar. Dokuların altını oyarak giren larvalar evrimlerini tamamladıktan sonra toprağa düşer ve pupaya dönüşür.

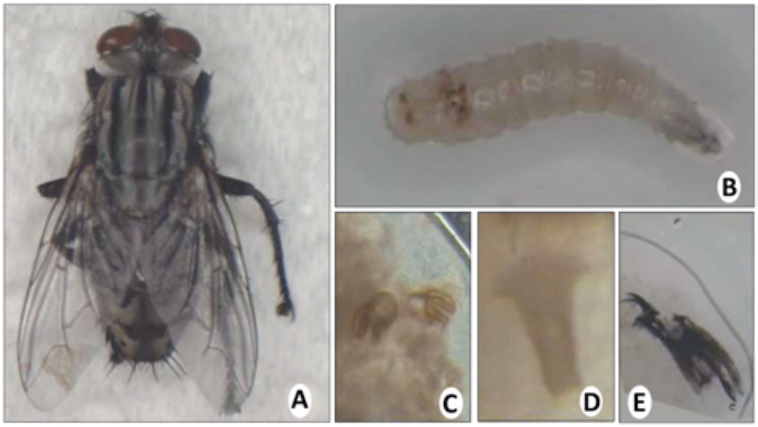
1.3.2. İstemli (fakültatif) miyaz ve etkenleri

Bu gruptaki sineklerin larvaları normalde hayvan leşleri ve bitkisel maddeler ile beslenirler. Dişi sinekler bazen hayvanların ve insanların hastalıklı dokularına yumurtalarını veya canlı larvalarını bırakırlar. Buradaki larvalar ölü dokular ile beslenmekte veya daha derinlere girerek sağlam dokulara saldırabilmektedirler. Yara bakımı önemlidir. Bundan dolayı savaşlarda askerlerin bakımsız yaralarına sinek larvalarının yerleşmesi seyrek değildir (Şekil 18, 19, 20, 21, 22, 23) (1, 2, 5, 8, 10, 15).

Familya : *Sarcophagidae* (Et sinekleri)

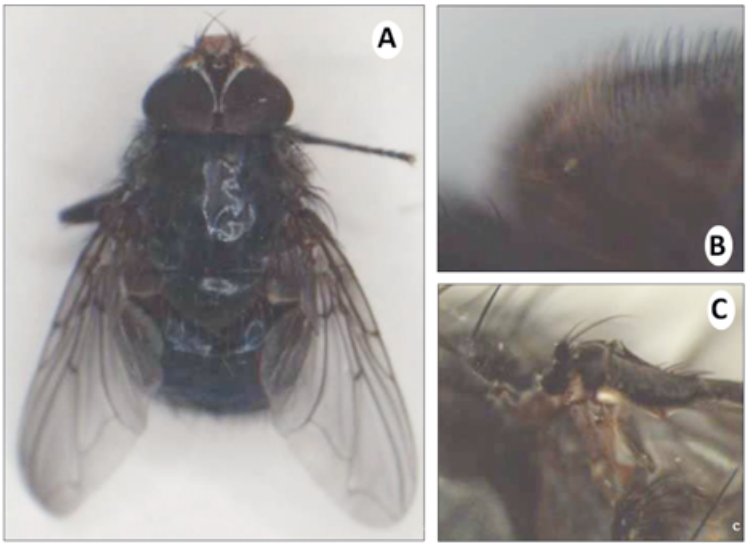
Alt familya : *Sarcophaginae*

Tür : *Sarcophaga haemorrhoidalis*

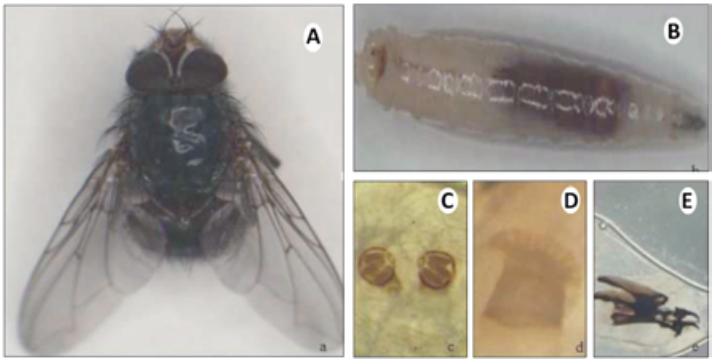


Şekil 18. *Sarcophaga haemorrhidalis.* A. Erişkin, B. Larva, C. Arka stigmat, D. Ön stigmat E. Sklerit (orijinal)

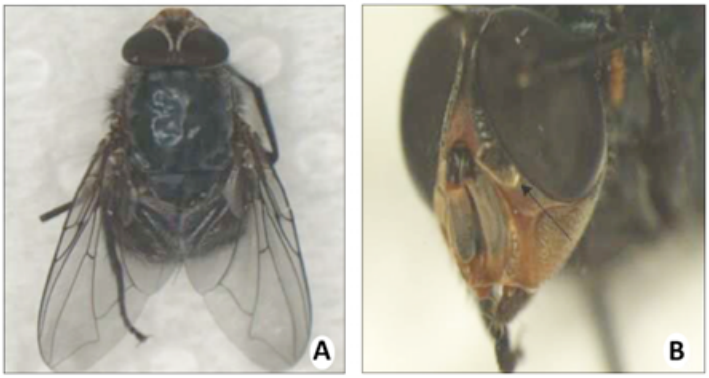
Familya : *Calliphoridae* (Yapışkan sinekler)
Alt familya : *Calliphorinae*
Tür : *Calliphora vicina*
Tür : *Calliphora terranovae*
Tür : *Calliphora vomitora*



Şekil 19. *Calliphora vomitoria*, A. Erişkin, B. Postgenadaki sarı tüyler, C. Siyah basicosta (orijinal)

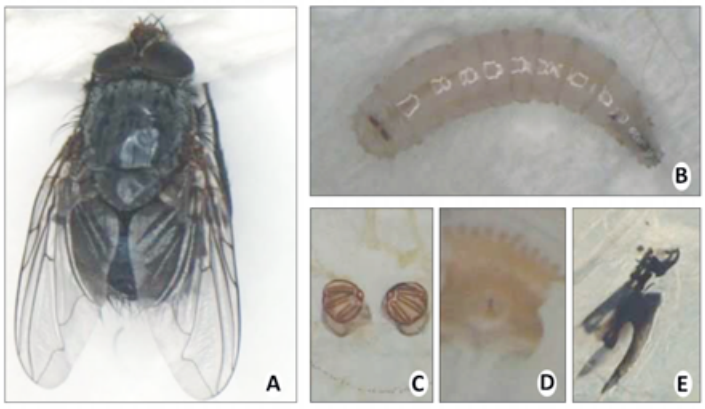


Şekil 20. *Calliphora vicina.* A. Erişkin, B Larva, C. Arka stigmat, D. Ön stigmat, E. Sklerit (orijinal)



Şekil 21. *Calliphora terraenovae* A. Erişkin, B. Başın önden görünüşü ve parafacial kısımdaki altınımsı gümüşü parıltı (orijinal

Tür : *Cynomyopsis cadaverina*



Şekil 22. *Cynomyopsis cadaverina.* A. Erişkin, B Larva, C. Arka stigmat, D. Ön stigmat, E. Sklerit (orijinal)

Alt familya : *Chrysomyinae*

Tür : *Chrysomya albiceps*



Şekil 23. *Chrysomya albiceps*. A. Larva, B. Sklerit ve ön stigmat, C. Arka stigmat (orijinal)

Alt familya : *Luciliinae*

Tür : *Lucilia sericata*

Tür : *Lucilia illustris*

Tür : *Lucilia caeruleiviridis*

Familya : *Muscidae* (Karasinekler)

Tür : *Musca domestica*

Familya : *Phoridae*

1.3.3. Rastgele (Aksidental) Miyaz ve Etkenleri

Aksidental miyaz olarak da adlandıran bu grupta sinek larvaları tesadüfi olarak insan vücuduna, özellikle de sindirim sistemine yerleşerek miyaz oluşturabilirler. Buda genellikle bu gruptaki sinek larvalarının bulunduğu besinlerin yenmesi ile olur. Ancak belirli bir besine bir miyaz bağlanamaz

çünkü peynir sineği *Piophila casei,* peynirden başka tütsülenmiş etlere ve balıklara da yumurtalarını bırakabilirler. Bunların yenmesi ile bağırsak miyazı oluşabilir (Şekil 24, 25, 26, 27) (4, 9, 10, 13).

Familya : *Sarcophagidae* (Etsinekleri)

Alt familya : *Sarcophaginae*

Tür : *Sarcophaga haemorrhoidalis*

Tür : *Sarcophaga argyrostoma*

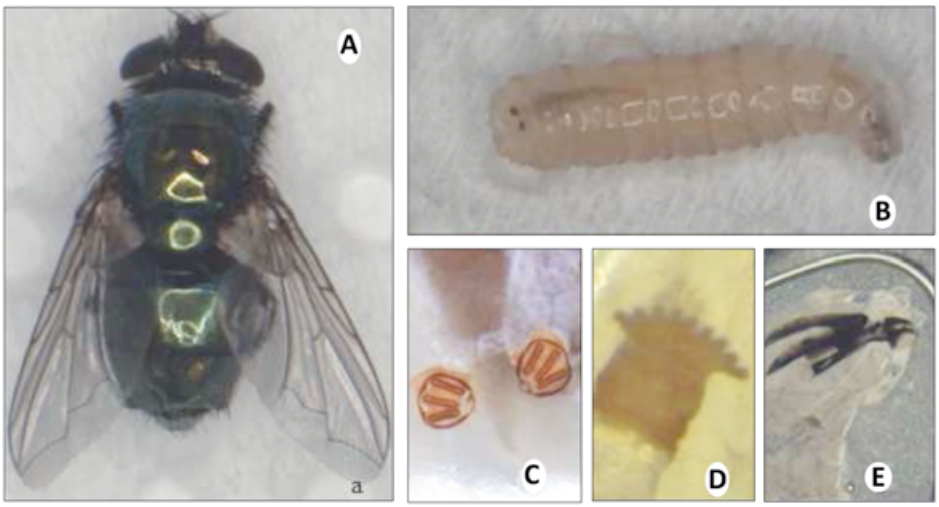
Familya : *Calliphoridae* (Yapışkansinekler)

Alt familya : *Luciliinae*

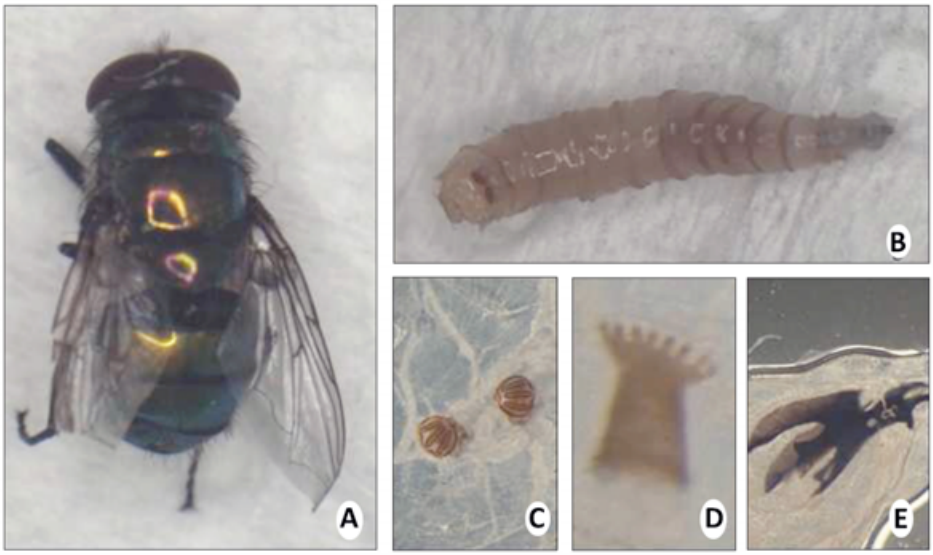
Tür : *Lucilia sericata*

Tür : *Lucilia illustris*

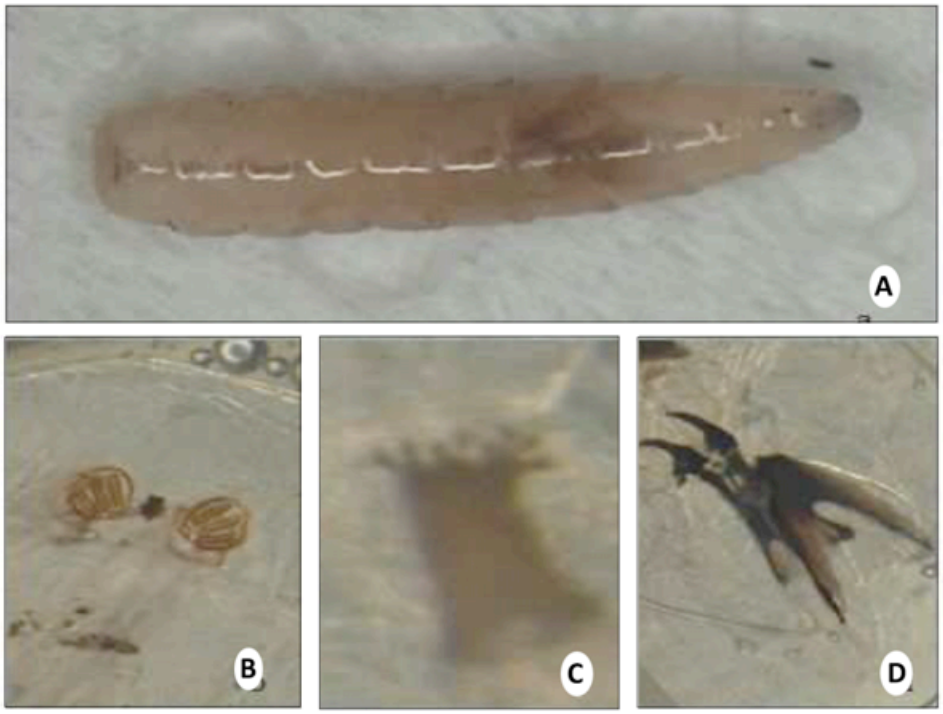
Tür : *Lucilia caeruleiviridis*



Şekil 24. *Lucilia sericata* A. Erişkin, B Larva, C. Arka stigmat, D. Ön stigmat, E. Sklerit (orijinal)



Şekil 25. *Lucilia illustris.* A. Erişkin, B Larva, C. Arka stigmat, D. Ön stigmat, E. Sklerit (orijinal)



Şekil 26. *Lucilia caeruleiviridis.* A. Larva, B. Arka stigmat, C. Ön stigmat, D. Sklerit (orijinal)

Familya : *Muscidae* (Karasinekler)

Tür : *Musca domestica*



Şekil 27. *Musca domestica* (orijinal)

Familya : *Anthomyiidae*

Tür : *Fannia scalaris*

Tür : *Fannia manicata*

Tür : *Fannia canicularis*

Familya : *Stomoxyidae*

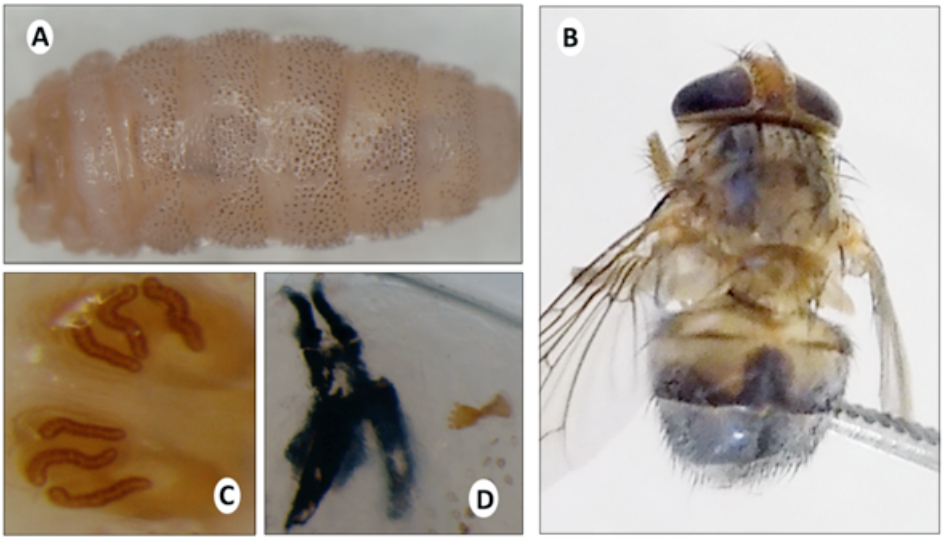
Tür : *Stomoxys*

Familya : *Piophilidae* (Peynirsinekleri)

Tür : *Piophila casei*

1.3.4. Egzotik türler

Bazı sinekler yaşam alanları dışında seyahatler ile taşınmaları sonucu diğer bölgelerde de miyaza neden olabilmektedirler. Egzotik miyaza; *Dermatobia hominis*, *Cordylobia anthropophaga*, *Cordylobia rodhaini*, *Cochliomyia hominivorax* gibi sinek türleri neden olmaktadır (Şekil 28) (4, 5, 10, 15).



Şekil 28. *Cordylobia anthropophaga.* A. Larva, B. Erişkin sinek, C. Arka stigmat, D. Ön stigmat ve sklerit (orijinal)

2. MİYAZ SİNEKLERİNİN OLUŞTURDUĞU ENFESTASYONLAR

Miyaz sineği larvalarının insan vücudunda meydana getirdikleri bozukluklar larvanın bulunduğu organlara göre değişir. Larvalar bazen sağlam deride, bazen yaralı deride, bazen ise vücut boşluklarında (göz, burun, kulak, anüs, vajina, idrar yolları ve barsak) bulunur.

2.1. Sağlam deri ve derialtı miyazı (Myasis Linearis veya Larva Migrans)

G. intestinalis, *G. pecorum*, *G. haemorrhoidalis*, *H. bovis*, *H. lineatum* ve *H. tarandi* türlerinin oluşturduğu kımıldayan döküntü tarzında lezyonlar ile seyreden deri köstebeği hastalığı olarak da bilinmektedir. Çok nadirde olsa *Muscina* larvalarında etken olabileceği bildirilmiştir.

Deri köstebeğinde 1 – 2 mm eninde kırmızımsı ve etrafı biraz daha yüksek bir çizgi halinde larvanın oluşturduğu tünel göze çarpar. Tünel stratum

germinativum'da veya stratum corneum'un hemen altındadır. Larvanın bulunduğu alanda şiddetli kaşıntı olur ve geceleyin daha da artar.

Gasterophilus türüne ait sineklerin larvalarının tünelleri dar fakat kabarık kırmızı hatlar halinde deride gözükür. Larvalar ilerledikçe geçtiği tüneller solar ve derinin ilk satıhlarında yılanvari çizgiler çizer. Larvalar ilerledikçe şiddetli kaşıntı olur ancak pek ağrı oluşmaz.

Hypoderma türüne ait sineklerin larvaları deriden girince derialtı bağ dokusunda tüneller kazmaya başlar. Bu esnada karın ağrısı veya mide bozuklukları oluşabilir. Larvalar deri altında ilerledikçe kaşıntı, ağrı, hatta kramplar oluşabilir. Hatta şahış larvaların yerleştiği tarafını oynatamaz. Hastanın şikayetleri gece artar. Bu larvaların omuriliğe ve göze geçtiği vakalar da bildirilmiştir. Larvaların göç yolunda; ağrı, şişlik ve *Gasterophilus* larvalarının oluşturduğu çizgilerden daha geniş çizgiler oluşur. İnsan vücudundaki larvalar zaman zaman deriye yaklaşır ve tekrardan uzaklaşarak derialtı bağ dokusuna geçerler.

İnsanlar bu larvalar için uygun konak olmadıklarından larvaların gelişmesi zor olur. Larva migrans sonunda deri bir yerinden furonkül tarzında şişer ve açılır, larvalar dışarı çıkarlar (5, 6, 10, 15).

2.2. Yara veya travma miyazı

Hasta bakım imkanlarının yeterince gelişmediği memleketlerde görülen miyaz türüdür. Bakımsız ve açık olan yaranın sekonder olarak *W. magnifica. S. haemorrhoidalis, C. vicina, C. terranovae. C. vomitora, L. sericata, Phormia regina* türleri gibi kokuşan et ve leşlere yumurta ve larvalarının bırakan sinek larvalarının istilasıdır. Miyazın ciddiyeti larvanın türüne, sayısına ve yaranın yerine, derinliğine ve büyüklüğüne bağlıdır. *L. sericata* türünde olduğu gibi larvalar sadece ölü dokular ile beslenerek yarayı temizlerler. Bazılarında ise larvalar nekrotik kısımları temizledikten sonra sağlam dokulara da saldırırlar. Bu durum kol ve bacağın ampütasyonuna, hatta ölüme neden olabilir. Bazen ağrı dayanılmaz derecede fazla olup, iltihap şiddetlidir ve yara pis kokar (5, 10, 15).

2.3. Göz miyazı (ophthalmomyiasis)

Gözün ve etrafındaki dokuların *W. magnifica* ve *L. sericata* sinek türüne ait larvalar ile istilasıdır. *O. ovis* larvaları ile oluşan göz miyazı önemli olup *Ophthalmomyiasis externa* karakterindedir. Dişi sinek larvalarını göz konjunktivasına püskürttükten birkaç saat sonra iltihap oluşur ve gözde yabancı cisim hissi, yanma, kaşıntı, ağrı, fotofobi başlar. Buradan larvalar

burun boşluğuna geçerek rinite neden olabilirler. Birinci evrede kalan larvalar küçük ve şeffaf olduklarından kolaylıkla gözden kaçabilirler. Konjunktivadaki rahatsızlık birkaç günde geçer. *R. purpureus* larvalarının oluşturduğu *Ophthalmomyiasis* birkaç gün, hatta hafta sürebilir ve bazen körlükle sonuçlanabilir. *H. bovis*'in larvalarının oluşturduğu *Ophthalmomyiasis interna* lokalizasyona göre değişik belirtilere neden olmaktadır (5, 10, 15).

2.4. Burun ve sinuslar miyazı (nasomyiasis)

W. magnifica ve *O. ovis* larvaları oluşturur. Klinik seyri basit ve selimdir. Larvalar bazen sadece burun boşluğuna yerleşirler bazen ise sinüsler ve farinks de tutulur (*Pharyngonasomyiasis*). Burunda kaşıntı, rahatsızlık, yüzde şişlik, baş ağrısı ve ateş olabilir. Solunum zorlaşır burundan kanlı ve irinli sekresyon gelir. Şiddetli ağrılar olabilir ve hasta tedavi edilmez ise ölebilir. Larvalar burun bölgesini kemirebilir damağı delebilir. Farinks kemiklere kadar tahrip edilebilir ve hatta kemikler kemirilebilir. Açıkta uyuyan insanların ağzına miyaz sinekleri yumurta ve larvalarını bırakması sonucu yutak miyazı oluşabilir (5, 10, 14, 15, 17).

2.5. Kulak miyazı (otomyiasis)

Çoğunluk ile burun miyazı ile birlikte görülür. Larvalar burun sinüslerinden kulağa geçebilirler. Kulakta ağrı ve çınlama görülür, eğer orta kulakta larva var ise kanlı cerahat oluşur. İşitme kaybı ve ölüm ile sonuçlanan vakalar vardır (5, 10, 15).

2.6. Anüs ve genital organlar miyazı

W. magnifica, S. haemorrhoidalis, C. vicina, C. terranovae ve *C. vomitora* türüne ait sineklerin larvalarını veya yumurtalarını bu bölgelere bırakması ile oluşur.

2.7. Mesane ve idrar yolları miyazı

Genellikle *F. canicularis,* bazen ise *L. sericata* türü sinek larvaları ile oluşmaktadır. Ancak idrar yolları veya mesane miyazı diyebilmek için özellikle idrarın hastanede veya laboratuvarda steril idrar kaplarına alınması gerekir. Hastaların evlerinde alıp içine larva koyarak getirdikleri idrar örnekleri kabul edilmemelidir. Çünkü özellikle düzenli olarak temizliği yapılmayan tuvaletlerde yetişen *Psychoda albipennis* türü sineklerin larvaları dolayısı ile sık yalancı idrar yolu miyazı ile karşılaşılmaktadır.

Sağlam deri, yara, kulak ve göz miyazlarında tanım bu yerlerden çıkarılan larvalar ile konulduğunda kesindir. Mesane, idrar yolları, bağırsak ve burun miyazlarında bu organların çıkartılarındaki larvalar ile tanıma gidilir ve larvayı çoğu zaman hastanın kendisi getirir. Bu gibi durumlar da yalancı miyaz olabilir. Steril olmayan idrar kaplarında üriner miyaza neden olan *Lucilia, Fannia* ve *Eristalis* gibi sinek türlerinin larvalarının bulaşabileceği bildirilmiştir. Anabilim Dalımız Parazitoloji laboratuvarına 1995 yılından bu tarafa idrarından kurtçuk çıktığını, idrar yaptıktan sonra veya taharetlenirken tuvalet küvetinde idrar veya su ile sürüklenen hareketli kurtçuklar gördüğünü söyleyip ve bunları bir kaba koyarak laboratuvarımıza getiren birçok insan vardır. Bu insanların bir kısmı kürsümüz enfeksiyon kliniğine yatırılmış burada üç gün arka arkaya steril idrar kaplarına örnekler alınmış ancak kurtçuklara rastlanmamıştır. İncelenen kurtçukların *P. albipennis* sinek türüne ait oldukları belirlenmiştir. Bu insanların çoğunun evinde yaptığımız incelemelerde tuvaletlerde ve banyolarda uçan erişkin sineklere rastlanmıştır. Tuvaletin sifonu çekildiğinde veya tuvalet taşına su döküldüğünde taşın üzerinde su ile sürüklenen değişik evrelerde larvalar görülmüştür.

*P. albipennis'*in erişkinlerinin boyu 1,25 – 2 mm arasında olup vücutları küçük ve sık tüylüdür. Kanatları oval olup mızrağa benzer. Başlarında 15 segmenten oluşan iki antenleri vardır. Başlı olan larvaların vücutları 13 segmentli olup ilk on segmenti sekonder bölmelere ayrılmış, son üç segmenti kaynaşarak solunum borusunu oluşturmuştur (Şekil 29) (12).



Şekil 29. *Psychoda albipennis*(orijinal)

2.8. Barsak miyazı (intestinal myiasis)

S. haemorrhoidalis larvalarının besinle alınması sonucu, mide ve barsak rahatsızlıkları, iştah bozukluğu, kusma, bulantı, şiddetli karın ağrısı, spazmlar ve hatta epilepsi çırpınmaları görülebilir. Ancak barsak miyazından söz edebilmek için dışkı ile çıkan canlı larvaların görülmesi gerekir. Çünkü açıktaki dışkı üzerine, dışkılı çocuk bezlerine sinekler larvalarını ve yumurtalarını bırakarak yalancı parazitliğe neden olabilirler.

3. MİYAZ ETKENLERİNİN TANIMLANMASI

Miyaz etkeni larvalar mümkün ise laboratuvara canlı olarak gönderilmelidir. Çünkü laboratuvara canlı halde gönderilen larvalardan erişkin sinek elde edilebilir. Bazı sinek türlerinin larva halinde tanımlanması zor olduğu halde, bu larvalardan erişkin elde edildiğinde daha kolay tanımlanabilir. Erişkin sineğin ve larvalarının tanıtıcı yapıları bir araya getirildiğinde tanımlama daha da kolay olmakta ve yanılgı payı azaltmaktadır.

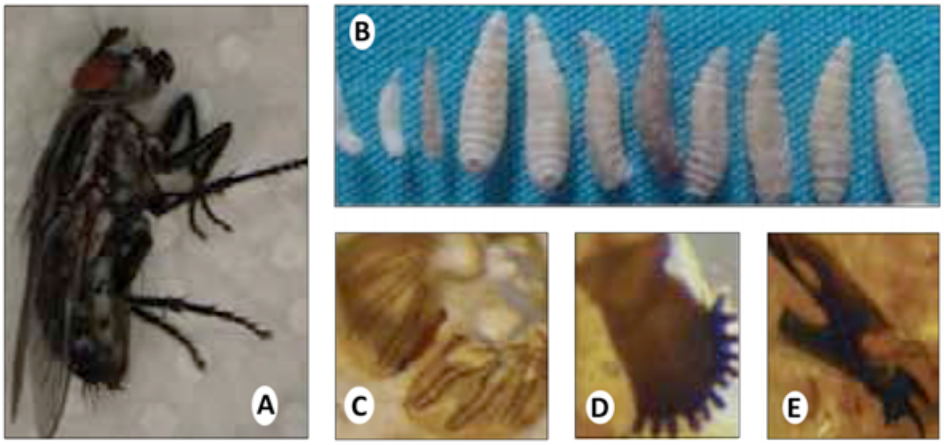
Laboratuvarımıza canlı ve ölü olarak gönderilen larvalar önce makroskopik olarak incelenir. Canlı larvaların bir kısmı, larva evrelerinin tamamlayıp erişkin sinek haline geçmesi için karaciğer ve agar karışımından hazırlanan besiyerine alınır. Burada üçüncü evreyi tamamlayıp gezici evreye geçen larvalar pupa evresine geçmeleri için odun talaşına alınır. Pupa haline geçen larvadan erişkin sinekler elde edilir (Şekil 30, 31, 32).



Şekil 30. Canlı larvaların evrelerini tamamlaması ve erişkin sinek elde edilmesi için kafes modeli (orijinal)



Şekil 31. İkinci ve üçüncü evre larvalar (orijinal)



Şekil 32. *Sarcophaga* sp. A. Erişkin, B. Larvalar, C. Arka stigmat (Posterior spiracle), D. Ön stigmat (Anterior spiracle), E. Head skeleton (orijinal)

4. ERİŞKİNLERİN VE LARVALARIN SAKLANMASI

Larvalar kaynar suya daldırılarak öldürülür. %5 - 10 formaldehit, %70 alkol veya %70 alkol + %70 gliserinli ortamda saklanabilir (Şekil 33). Erişkin sinekler ise hızlı bir şekilde öldürülerek thorax bölgesinden entomoloji iğneleri geçirilerek saklanır (Şekil 34).



Şekil 33. Erişkin ve larva koleksiyonu (orijinal)



Şekil 34. Erişkin koleksiyonu (orijinal)

DIPTERA

Brachycera Tayin Anahtarı

1. Alın ayıcığı yok; antenin üçüncü parçasının ucu genellikle halkalı; arista yok; antenleri öne doğru uzanır; maksilla iki parçalı; kanatlarının dördüncü damarının ucu çatallı; diskal göze kapalıdır ….....……..……**2**

Alın ayıcığı var; antenin üçüncü parçası halkalı değil; arista var; antenler genellikle sarkmış ve alın çukurunda; maksilla bir parçalı; kanat damarlarının uçları çatalsızdır …….....…….**3**

2. Tepe düz; tarsların ucunda iki pulvillus ile ortada bir empodium vardır ….....……**Tabanidae**

Tepede derin bir çukur bulunur; tarsların ucunda bir kılla ayrılmış iki pulvillus vardır ..... **Asilidae**

3. Vena spuria yoktur .....…….……**4**

Vena spuria vardır .....…….....…….……**11**

4. Denge organları örtülüdür …….....……**Calyptera**

Denge organları açıktır .....…….....……...**Acalyptera**

5. Hortum sert sokucu; başın altında öne doğru uzanan ince bir stylet vardır; kan emerler ….....**6**

Hortum yumuşak ve emici; stylet yok; hortumun ucu geniştir ….....**7**

6. Aristanın üst yanı ucuna değin tüylü; kanatların median damarları enine olan damara doğru eğik ve kanat ucunun öne bakan kıyısında sonlanır. Aristanın üst yanı ucuna değin yalın kıllı; kanatları median damarı enine olan damara dikey ve ucu biraz eğik olup kanat ucunun geriye bakan kısmında sonlanır …….....……..**Stomoxydae**

7. Median damarı enine damardan sonra doğru; arista değişik; hipoplöral tarak yoktur …….....……**Antomyidae**

Median damar eğik yada enine damardan sonra öne doğru eğri; arista ve hipoplöral tarak değişiktir …….....……..**8**

8. Hipoplöral tarak yok; arista ucuna değin kıllıdır .....……**Muscidae**

Hipoplöral tarak var; arista ucuna değin kıllıdır …….....…….**9**

Hipoplöral tarak var; arista ucuna değin kıllı değildir …….....**10**

9. Aristanın iki yanı ucuna değin kıllı, madeni parlak mavi, yeşil veya donuk ve sarımsı renktedir …….....……**Calliphoridae**

10. Aristanın iki yanı kıllı, ama ucuna değin kıllı değil; donuk boz renkte gövdede uzunlama-sına siyahımsı çizgiler var; karnın üst yüzünde yanardöner refleks gösteren dama kareleri gibi kara gri alacalar (Sarcophaga) ya da bakışıklı kara noktalar (Wohlfahrtia) vardır .....**Sarcophagidae**

11. Balarısına benzerler; vücutları parlak; karnın sırt yüzünde kara şeritler var; larvalar uzun kuyrukludur …….....……**Syrphidae**

Calliphoraidae Tayin Anahtarı

1. Posterodorsal yüzeyde, kanattaki R damarının basal kısmında uzun, ince sert kıl .....…… **2**

Kanattaki R damarının basal kısmı çıplak ...…….....……..**3**

2. Gena sarı/turuncu, çoğunlukla sarı kıllı, anterior spiracle renksiz .....***Cochliomyia macellaria***

Gena sarı/turuncu değil, anterior spiracle çoğunlukla turuncu sarı renkte .....……***Phormia regina***

3. Pleuron kısmı parlak, kıvırcık, sarı sert kıllı ...….....…..…***Pollenia* türleri**

Pleuron kısmında parlak, kıvırcık, sarı sert kıl yok …….....……**4**

4. Alt calypter kıllı; kanat damarı R5 node'un ilerisinde çıplak; thorax sönük renkte, tozumsu salgı ile kaplı; abdomen parlak, genellikle metalik mavi renkte .....…….....……**5**

Alt calypter çıplak; kanat damarı R5 node'un ilerisinde kıllı; thorax ve abdomen parlak ve genellikle metalik yeşil ….....……...**6**

5. Kırmızımsı bucca; basicosta sarıdan sarı turuncuya doğru bir renktedir .....***Calliphora vicina***

Bucca tamamen siyah; basicosta siyah ….....…..***Calliphora vomitoria***

6. Kanadın ventral alt kısmının apikal yarımında dikkat çekici siyah kıllı subcostal sklerit …….....……***Lucilia illustris***

Sadece kanadın ventral alt kısmının apikal yarımında micro tüyler bulunduran subcostal Sklerit …….....……**7**

7. Basicosta siyah; palpus kahverengi …….....…***Bufolucilia silvarum***

Basicosta solgun renkte; palpus turuncu sarı …….....…….**8**

8. İkişerli, sert ve kalın postacrostichal kıl .....….***Phaenicia coeruleiviridis***

Üçerli, sert ve kalın postacrostichal kıl …….....***Phaenicia sericata***

Tayin Anahtarı Kaynaklar

1. Demirsoy A. Yaşamın Temel Kuralları, Omurgasızlar / Böcekler, Entomoloji, 7.baskı, Cilt 2, Kısım 2, Meteksan A.Ş., Ankara, 2001.
2. Mound L. Böcekler, 1.baskı, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Başvuru Kitaplığı, Ankara, 1999.
3. Aktaç N. Genel Entomoloji-Ders Kitabı, Trakya Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Edirne, 2003.
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Insecta Son Erişim Tarihi: 17.04.2007
5. http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/canlilar/index.htm Son Erişim Tarihi: 17.04.2007
6. http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/ Son Erişim Tarihi: 17.04.2007

3. KAYNAKLAR

1. Bayındır T, Miman O, Miman MC, Atambay M, Şaki CE. Bilateral Aural Myiasis (Wohlfahrtia magnifica): A Case with Chronic Suppurative Otitis Media. Türk Parazitol Derg, 2010; 34: 65-7.
2. Beaver PC, Jung RC, Cupp EW. Clinical Parasitology, 9th ed. 1984; p.693.
3. Çalışır B, Polat E. İstanbul'un 5 değişik yerindeki çöplüklerde sinek faunasının incelenmesi. Türk Parazitol Derg, 1993; 1(3-4): 119-129.
4. Çaşkurlu H, Polat E, Sirekbasan S. Larva Cordylobia anthropophaga tarafından oluşturulan fronküler kuteno miyaz vakası. Türkiye Klinikleri J Case Rep 2017; 25(2): 88-91
5. Daldal N, Atambay M. Myiasis (Miyaz). Özcel MA editor. Özcel'in Tıbbi Parazit Hastalıkları. İzmir, Türk Parazitol Derneği, 2007; 867-81.
6. Dinçer Ş. İnsan ve Hayvanlarda Myiasis. Parazitolojide Artropod Hastalıkları ve Vektörler (Ed. Özcel MA, Daldal N.) Türkiye Parazitol Dern, y. no. 13, İzmir, 1997; s. 169-234.
7. Ferrar P. A Guide to the Breeding Habits and Immature Stages of Diptera Cyclorrhapha. In: Lyneborg, L. (Ed.), Entomonograph, vol. 8. Scandinavian Science Press, Leiden, Copenhagen. 1987: Part 1-2.
8. Kamal AS. Comparative study of thirteen species of sarcoprophagous. Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) I. Bionomics. Ann Entomol Soc Am 1958; 51: 261-71.
9. Kökdener M, Polat E. Insect succession on dog (Canis lupus famillaris L.) carcasses in Samsun province, Turkey. Mu Ent Zool 2013; 9: 858-69.

10. Merdivenci A. Miyaz sinekleri, Tıbbi Entomoloji. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakultesi, İstanbul, 1973.
11. Polat E, Çakan H, İpek T, Larva Debridman Tedavisi (LDT). Türk Aile Hek Derg, 2010; 14: 188-91.
12. Polat E, Çalışır B, Yücel A. Bir kısım olgular dolayısıyla üriner miyaz tanımlarında yanıltıcı bazı noktaların gözden geçirilmesi. Turk Parazitol Derg, 1997; 21(3): 269-72.
13. Polat E, Sirekbasan S, Hakkı Caner İnan HC. Sarcophaga'nın Neden Olduğu İki Orta Kulak Miyazı Olgusu. Turk Parazitol Derg, 2016; 40: 176-8
14. Turk M, Afşar İ, Ozbel Y, Aslı Gamze Şener AG, Uner A, Turker M. A Case of Nasomyiasis Whose Agent Was Sarcophaga sp. Turkiye Parazitol Derg 2006; 30: 330-2.
15. Unat EK, Samastı M. Tıp Entomolojisi. Unat EK, Yucel A, Altaş K, Samastı M editor. Unat'ın Tıp Parazitolojisi, İnsanın Okaryonlu Parazitleri ve Bunlarla Oluşan Hastalıkları. İstanbul, V. baskı, Cerrahpaşa Tıp Fak. Vakfı; 1995; 140-57.
16. White GB. Myiasis. Manson's Tropical Disease. Bahr M. (ed) 20 th ed WB. Sounders co. 1996; 1526-1532
17. Yazar S, Dik B, Yalcin S, Demirtas F, Yaman O, Ozturk M, Sahin I. Nosocomial Oral Myiasis by Sarcophaga sp. in Turkey. Yonsei Med J, 2005; 46: 431-4.

BÖLÜM 9

TAHTAKURULARI

(Hemiptera: Cimicidae)

VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Prof. Dr. Songül BAYRAM DELİBAŞ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, İzmir

1. ARTROPOD VEKTÖR

Tahtakuruları (bedbugs) erişkin ve nimf dönemlerinde kan emen zorunlu, geçici ektoparazitlerdir. İnsanlarla ilişkileri ve varlıkları 3500 yıl önceki Eski Mısır Uygarlıklarından bu yana bilinen tahtakurularının klasik olarak insanda parazitlenen başlıca iki türü; *Cimex lectularius* ılıman iklim kuşağında ve *Cimex hemipterus* tropikal iklim (30. enlemler arası) kuşağında görülür (13, 15). "Cimex" Roma dilinde böcek demek iken, "lectularius" Latincede yatak anlamına gelmektedir. En belirgin klinik bulgularının

doğrudan oluşan deri reaksiyonları olması yanında bazı infeksiyon ajanlarına vektörlük yapma olasılığıyla ilgili yayınların varlığı ve sayılarının son 15-20 yılda oldukça artması ilgiyi bu böceklerin üstüne çekmiştir (20). Tahtakurularıyla yapılan çalışmalarda şimdiye kadar yaklaşık 45 hastalık etkeninin bu böceklerin vücudunda saptanmasına karşılık vektörlüklerini ispatlayacak yeterli bilgiye ulaşılamamış, potansiyel vektörler olarak nitelendirilmişlerdir (15). İnsanların sıkça seyahat etmesiyle birlikte böceklerin geliştirdiği ilaç direnci, yayılımın artıp salgınların oluşmasına neden olmaktadır. Sorun az gelişmiş ülkelerin sorunu olmaktan çıkmıştır (8). New York şehrinde belediyeye yapılan tahtakurusu şikayetlerinin 2004 yılında 537, 2009 yılında 10985 adet olması problemin boyutu hakkında az da olsa bilgi vermektedir (13). Amerika Birleşik Devletlerinin 2011 yılında sadece tahtakurusu kontrolü için harcadığı paranın 409 milyon dolar olduğu bildirilmiştir (28). Dünyada yıllık tahtakurusu artışının % 100-500 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Tahtakuruları artık sadece evler veya otellerde değil, sağlık ve ulaşım sektörü yanı sıra sinema ve tiyatrolar gibi eğlence sektörünü kullanan, insanın uyuduğu veya oturduğu her yerde karşımıza çıkmaktadır (17).

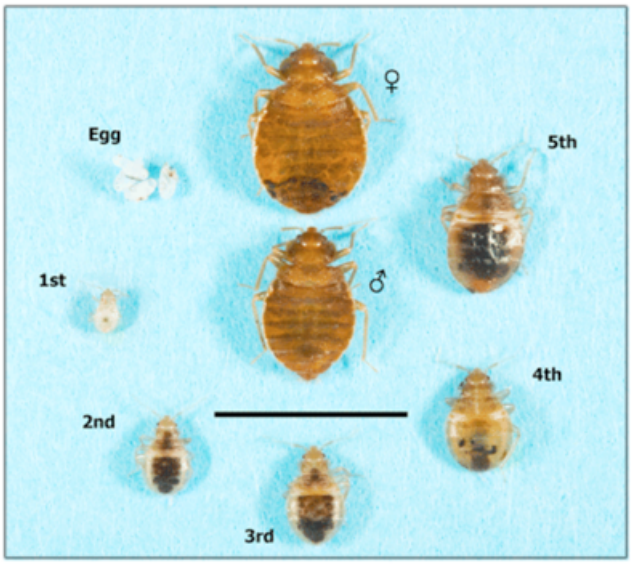
1.1 Morfolojileri

Tahtakurularının erişkin, nimf ve yumurta dönemleri vardır. Erişkin *C. lectularius* ve *C. hemipterus* dorso-ventral basık, kanatsız, oval (4-7 mm) böceklerdir. Erişkin dişiler erkeklerden daha uzundur ve *C. hemipterus*'da *C. lectularius*'dan daha uzundur. Fakat hibrid formların varlığı akılda tutulmalıdır (16). Açık sarıdan kırmızıya çalan kahverengine kadar değişen renklerdedir. Rengi kan emmeyle değişir. Yüzeylerinde tüylü ve tüysüz alanların olması onlara çizgili pijama giymiş görüntüsü verir. Piramide benzeyen baş kısımlarında bir çift bileşik göz ve 4 parçalı iki anten bulunur. Hortumu başın alt kısmında kıvrılmış olarak durur, hortumun içinde deriyi delmek ve kan emmek için iki çift iğnesi bulunur. Baş göğüs birleşme yeri nispeten geniştir. Protoraksı da öne gözlere doğru uzanır. *C. lectularius* protoraksının öne ve yana daha yaygın ve geniş olmasıyla *C. hemipterus*'tan ayrılır. Gelişmemiş bir çift kanat mezotoraksın sırt kısmında bulunur. Üç çift bacağı olan tahtakurularının dokuz segmentten oluşan karınları erkekte sivri ve dar sonlanır. Tahtakurularına özgün kokuya sebep olan koku bezleri (2-3 adet) nimflerde karın arkasında, erişkinde son çift bacağın arasında yer alır (8, 12, 13, 27).

Tahtakurularının yumurtası 1-2 mm boyutlarında oval ve beyaz-krem renktedir. Yumurtaların bir ucunda nimfin çıkmasına yarayan kapak veya tıkaç bulunur. Her iki türün de 5 nimf dönemi vardır. Erişkinlerin minyatürü şeklinde fakat daha açık renklidirler (13, 27) (Şekil 1).

1.2. Yaşam döngüleri

Uygun koşullarda 2 yıl kadar yaşayabilen (ortalama 6-12 ay) tahtakurularının yumurtadan yumurtaya geçen evrim dönemleri 40-70 gün arası değişmektedir. Eksik başkalaşımlı böceklerdir. Tahtakurularının çiftleşmesi travmatik inseminasyonla gerçekleşir. Erkek tahtakurusu spermlerini dişinin sırtını delerek enjekte eder. Travma ve ikincil enfeksiyonlar sebebiyle genellikle dişiler daha kısa yaşar (11, 13). Erkek tahtakurusu yeni beslenmiş dişileri çiftleşmek için seçer. Dişinin üreme organları sadece döllenmiş yumurtalarının bırakılması için kullanılır. Yumurtadan çıkan 1. dönem nimf 5 defa gömlek değiştirerek erişkin parazit olur. Bir dişi hayatı boyunca 50-500 yumurta bırakabilir. *C. lectularius* dişisi ortalama 100-150 yumurta bırakırken, *C. hemipterus* 50 yumurta bırakır. Dişiler yumurtalarını saklandıkları yerlere yapışkan bir sıvı ile bırakırlar. Oda ısısında yaklaşık 9-12 günde yumurtadan çıkan nimfler oldukça şeffaftır, fark etmek zordur (12, 17) (Şekil 1).



Şekil 1. Tahtakurularının yaşam döngüsü ve morfolojik formları (Ölçek: 5 mm) (13)

1.3. Biyolojileri

Bütün evrim dönemlerinde kan emen tahtakurularının doyması 10-20 dakika sürmekteyken iki kan emme arası 3-15 gün kadardır. Kan emdiklerinde boyları %30-50 ve ağırlıkları %150-200 artar (8). Geniş bir sıcaklık aralığında (15-34,5 °C) yaşayabilirler. Bu sıcaklık aralığı dışında yumurtlama gözlenmez. Sıcaklık böceklerin kanı sindirme sürelerini de etkiler. Nem değişkenliğine (%10-70) dayanıklılıkları özellikle kan emmiş tahtakurularının kuruluğa dayanıklı olmasını sağlamıştır. İnsanların yaşam alanlarında gözlenen 22-24 °C sıcaklık ve %30-50 neme mükemmel uyum sağlamışlardır (7, 20).

Tahtakuruları gündüzleri duvar yarıklarında, çatlaklarda, iyi yapışmamış duvar kağıtlarının altında, mobilya çatlaklarında, perde ve yatakların kıvrımlı kenarlarında, dikiş yerlerinde, elektrik tesisatında, resim çerçevelerinin arkasında güneş ışığından saklanırlar. Bu bölgelerde erişkin, nimf, yumurta, değiştirilmiş dış iskelet (exuviae), fekal izler, kan izleri ve ölmüş böceklere ait kalıntılar gözlenebilir (11, 28). Tahtakurularının yoğun olduğu oda ve hatta evlerde bu böceklere özgün, rahatsız edici, keskin, şekerli bir koku yaygındır (16). İnsanların seyahat olanaklarının artmasıyla birlikte sadece otellerde değil uçak ve tren gibi ulaşım araçlarının koltuklarında ve bavulların kıvrımlı kenarlarında da bu böceklere rastlamak artık olasılık dahilindedir (17, 30).

1.4. Beslenme ve konak tercihleri

Tahtakurularının her cinsiyeti ve bütün nimf dönemleri özellikle geceleri (01-05 saatleri arası) insanlar derin uykudayken kan emerler. Nimflerin kabuk değiştirmeleri için kan emmeleri şarttır. Uygun sıcaklık ve nem gibi koşullarda kan emmeden de 1 sene kadar hayatta kalabilirler. Gece vücut sıcaklığı, karbondioksit oranı ve insana ait kokular tahtakurularını harekete geçirir (13). Konaklarına ulaşabilecekleri en yakın mesafede (Bir-iki metre içinde) koloniler halinde yaşamayı tercih etseler de beslenme için tek seferde 1.5-6 m. kadar yol alabilirler (8, 20). *C. lectularius* ve *C. hemipterus* kuşların ve yarasaların doğal ektoparaziti olmakla birlikte zamanla insana özel ektoparazit haline gelmiştir. İnsanlarla birlikte yaşayan evcil hayvanların bu böceklerden etkilenmediğini düşünmek olasılık dışıdır. Fakat farklı konakların farklı kan yapıları ve dolayısıyla farklı ATP düzeyleri olduğundan yumurta sayılarında değişiklikler gözlenebilmektedir (7, 25). Diğer kan emici böceklerle karşılaştırıldığında tahtakurularının tek seferde daha fazla (37 °C'de 13.2 ml'ye kadar) kan emebildikleri ve kansızlığa yol

açabildikleri gösterilmiştir (13). Tahtakuruları salgıladıkları feromonlarla diğer tahtakurularını kurbanlarına çeker, grup halinde hareket ederler. Bu toplanma feromonları özellikle nimfleri, çiftleşmemiş dişileri ve erkekleri çeken 10 kadar temel bileşenden oluşmaktadır. Bu yüzden ısırık izleri ve deri lezyonları çok yakındır, genelde bir hat üzerinde sıralanırlar (8, 14).

1.5. Tükürük özellikleri

Tahtakurularının tükürük yapısında bulunan proteinler ve mRNA çalışmalarının ışığında tükürük bileşenlerinin koagülasyon ve vazodilatasyon gibi konak korunma mekanizmalarını baskıladığını, ısırma ve kan emme etkinliğine yardımcı olduğunu ortaya çıkarmıştır (20). Tükürük yapısındaki nitroforinler (17 kDa) tükürük bezlerinden ısırık bölgesine nitrik oksit enjekte ettiklerinde lokal vazodilatasyonu sağlarken, faktör X'un faktör Xa'ya çevrimini engelleyen antikoagulanlar pıhtılaşmayı engelleyerek optimal kan miktarını sağlar. Aynı zamanda tükürükteki apiraz (40 kDa) aktivitesi nukleosid di- ve trifosfat fosfodiester bağlarını hidrolize ederek trombositlerin ısırık bölgesinde toplanmasını engeller (8, 16, 25). *C. lectularius* tükürüğünde çoğunluğu konağın hemostazını bozan 46 farklı protein izole edilmiştir. Konağı korumaya yarayan antimikrobiyal nitelikteki proteinlerin ve anestezik yapıdaki proteinlerin yanı sıra rolü henüz aydınlatılamamış olanlar da vardır. *C. hemipterus* tükürük içeriği daha az çalışılmış olmakla birlikte total protein içeriklerinin iki türde benzer olduğu sadece pıhtılaşmayı engelleyen proteinlerinin daha az olduğu saptanmıştır (13). Tahtakurularının metatorasik bezlerinin içeriğinin *Staphylococcus albus* üremesini, *Curvularia lunata* ve *Fusarium oxysporum* sporlarının germinasyonunu engellediği saptanmıştır. Bu içeriklerin insan sağlığı yararına yeni ilaçların keşfinde kullanılabilme potansiyelleri olabilir. Türler arasında olduğu kadar cinsiyetlerin, erişkin ve nimflerin tükürük içerikleri arasındaki benzerlik ve farklılıklar halen aydınlatılması gereken konular arasındadır (13).

1.6. Aktivitelerini etkileyen koşullar

Tahtakuruları geniş bir sıcaklık aralığında yaşayabilmelerine rağmen yaşamaları için en uygun sıcaklık *C. lectularius* için 32-33 °C ve *C. hemipterus* için 28-29 °C' dir ve 35-46 °C üzerinde yaşama şansları azalır. *C. lectularius* kuruluğa daha dirençli iken *C. hemipterus* sıcaklık değişimlerine daha dayanıklıdır. Eksi 20 °C 'de 40 dak ve 0 °C'de bir haftadan az yaşarken, *C. lectularius* 46 °C üzerinde ve 39 °C' de bir saat gibi bir sürede ölür. Sıcaklık böceklerin özellikle de nimflerin kanı sindirme sürelerini etkiler; 23 °C' de 1-

2 gün süren sindirme işlemi, sıcaklık 15 °C'ye düştüğünde altı gün kadar sürebilmektedir. Yumurtadan çıkış süresi de sıcaklıktan etkilenir, 13 °C altında ve 37 °C üzerinde yumurtadan nimf çıkışı gözlenmez. Nem değişkenliğine (%10-70) dayanıklılıkları özellikle kan emmiş tahtakurularının kuruluğa dayanıklı olmasını sağlamıştır. Vücut su oranının üçte birini kaybetmeye dayanabilirler (16). Kuru ortamlarda kan emme sıklığını artırarak konak kanını sadece besin olarak değil su kaynağı olarak da kullanırlar. Normal oda ısısında haftada iki defa kan emmeleri yeterlidir. Anlaşılacağı üzere sıcaklık değişimleri fizyolojilerini değiştiren temel değişkendir (7,13).

1.7. Sınıflandırılması

Hemiptera takımı ve *Cimicomorpha* alt takımında bulunan 16 aileden sadece 3 tanesi hayat döngülerinin tüm dönemlerinde kan emerler. Tahtakuruları bunlardan 24 cins ve 110 kadar bilinen cinsi olan *Cimicidae* ailesine aittir. İnsan habitatına uyum sağlamış olan iki temel tür vardır; *C. lectularius* (Kozmopolit dağılım gösteren tür) ve *C. hemipterus* (tropikal ve subtropikal bölgelerle özdeşleşmiş tür) (7, 8, 12, 27).

Şube : Arthropoda
Sınıf : Hexapoda (Insecta)
Takım : Hemiptera
Alt Takım : Cimicomorpha
Aile : Cimicidae
Cins : *Cimex*
Tür : *Cimex lectularius (Linnaeus 1758)*
Tür : *Cimex hemipterus (Fabricius 1803)*

1.8. Tür tayin yöntemleri

Tahtakurularının klasik olarak insanın yaşam ortamını paylaşan iki türü vardır. *Cimex lectularius* ılıman iklim kuşağında ve *Cimex hemipterus* tropikal iklim (30. enlemler arası) kuşağında görülür. Fakat yapılan çalışmalar bu çok yakın iki türün dünyanın farklı yerlerinde görülebildiğini ve hibrid formların da oluşabildiğini göstermiştir. Morfolojik olarak bakıldığında *C. hemipterus*, *C. lectularius*' dan daha uzundur. Ayrıca erişkin *C. lectularius*'un protoraksı öne ve yana daha yaygın ve geniş olmasıyla *C. hemipterus*'tan ayrılır, bu özellik nimflerde çok belirgin değildir. Fakat hibrid formların varlığı akılda tutulmalıdır (8, 13).

1.9. Ülkemizde bulunan türler

Tahtakurusu infestasyonlarının ülkemizde çok önemsendiği veya dermatolojik lezyonlarda akla geldiği söylenemez. Fakat elimizdeki bilgiler Türkiye'de *C. lectularius*'un bulunduğunu göstermektedir (24, 27).

1.10. Vektörlük açısından önemleri

Tahtakurularının deri dışı bulgu ve semptomları yok denecek kadar azdır. Tükürük proteinlerine verilen cevaba bağlı olarak hiç reaksiyon görülmeyebileceği gibi astım ve anafilaksiye de yol açabileceği bildirilmiştir. Konakta anksiyete ve uykusuzluğa da yol açabilir, anemiye sebep olabilir (4). Kan emerek beslenen bir böcek olduğundan mekanik vektörlüğünün yanı sıra potansiyel biyolojik vektörlüğü de yaklaşık 100 yıldır araştırılmaktadır (13). *Cimex* türlerinden içlerinde hepatit B virüsü, HIV virüsü, *Trypanasoma cruzi* ve metisilin dirençli *Staph. aureus*'un da bulunduğu 45 kadar patojen izole edilmiş fakat bu patojenlerin insana geçişi ve hastalık yaptığı henüz kanıtlanamamıştır (11). Fakat yapılan çalışmaların ex vivo veya in vitro laboratuar çalışması olarak kaldığı, in vivo gerçek dünyada patojenlerin insandaki davranışlarının farklı olabileceği akılda tutulmalıdır. *C. lectularius* tükürüğünde saptanan lizozim ve diğer peptidlerin ayrıca hemolenf ve ejakulatta antimikrobiyal aktivitelerinin olması, birçok vektörle bulaşan hastalıkta olduğu gibi tahtakurularının rezervuar olabilecek omurgalı bir diğer canlıdan kan emmeyip insana özgü olması, travmatik inseminasyonun tahtakurularının birçok patojene maruz kalıp bağışıklığını güçlendiren bir olay olması tahtakurularının neden iyi birer vektör olamayacağını açıklayan sebeplerdendir (13, 17).

1.10.1. Potansiyel vektör olabileceği patolojik etkenler

Hepatit virüslerinin yoğun infeksiyon yaptığı bölgelerde tahtakurularının da fazla olması akla vektörlük açısından bir önemleri olup olmadığı sorusunu akla getirmiştir. Yapılan ilk çalışmalarda hem erişkin hem de nimflerde HBs Ag saptanmış, vertikal geçişe dair bulgular elde edilmiş fakat gelişen teknolojiyle laboratuvarlarda yapılan çalışmalar vertikal geçişin bulunmadığını, HBV DNA'sının uzun süreler (6 hafta kadar *C. lectularius* ve 122 gün kadar *C.hemipterus*) hemolenf sıvısında ve dışkıda saptanabildiğini fakat viral yükün artmaması dolayısıyla biyolojik vektör değil ancak mekanik vektör olabileceği hipotezini desteklemiştir (16). HBV'li kanla beslenen tahtakurularının tükürük bezlerinde HBV'nin saptanmaması ve şempanzelere HBV bulaştırmak için yapılan çalışmada 1 yıl boyunca antikor saptanmaması da bu savı desteklemiştir (13). Gambia'da tahtakurularının yok edilmesiyle ilgili çalışmalar sonucunda

tahtakuruları kontrol altına alınırken çocuklarda görülen HBV infeksiyon oranlarının değişmemesi de epidemiyolojik olarak tahtakurularının vektör olmadığını desteklemiştir (11, 20).

HBV'de olduğu gibi HIV virüsü ile yapılan çalışmalarda da viral replikasyonun gerçekleşmediği üstelik virüsün tahtakurusunda saptanma süresinin de bir hafta kadar kısa olduğu saptanmıştır. Tahtakurularının T hücreleri üzerinde CD4 reseptörünün olmamasının HIV replikasyonunu engellediği söylenmiştir (16, 20). Bulaşla ilgili çalışmalar ve doğadaki tahtakurularında HIV saptama çalışmaları sonuç vermemiştir (11, 13).

Tahtakurularının yakın akrabası olarak redüvid böceklerin vektörlüğünü yaptığı Chagas hastalığının etkeni *T. cruzi*'ye tahtakurularının da vektörlük yapması oldukça muhtemel gözükmüş ve çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamıştı. Laboratuvar çalışmalarında enfekte kanla beslenen *C. lectularius* tahtakurularında *T. cruzi* 320 gün kadar saptanmış, doğal vektöründeki gelişimsel bütün evreleri gözlenmiştir. Başka bir çalışmada metasiklik infektif dönemler saptanmış ve fareler başarıyla infekte edilmiştir. Fakat halen laboratuvar çalışmalarını destekleyecek epidemiyolojik veriler yoktur. Tahtakuruları ile Redüvid böceklerin birlikte yaygın olduğu bölgelerde bu tür verilere ulaşmak da mümkün görülmemektedir (11, 13, 22).

Coxiella burnetti sporlarıyla oluşan Q Ateşi için tahtakurularının vektörlük yapabileceğine dair çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamıştır. *C. burnetti* tahtakurularında 250 gün kadar patojenitesini kaybetmeden kalmış ve tahtakurularının dışkılarında saptanmıştır. Q ateşi prevalansının %29.2 olduğu bir bölgeden toplanan tahtakurularında *C. burnettii*'nin saptanması epidemiyolojik bir kanıt olarak sunulsa da kenelerin de vektör olabildiği bu hastalık için tahtakurularının ancak potansiyel vektör olduğu söylenebilir (11).

Metisilin dirençli *Staph. aureus* (MRSA) ve vankomisin dirençli *Enterococcus faecium* bakterilerine tahtakurularının potansiyel vektör olabileceğine dair 2011 yılındaki mektup büyük heyecan yaratmıştır. Fakat mektupta tahtakurularının toplandığı odada yaşayanlarda bu bakterilere bakılmamış olması, tahtakurularının insana özgü türler olup olmadığının bilinmemesi ve özellikle MRSA' nın eşyalar ve cilt dahil birçok yerde yaygın olarak bulunması tahtakurularının vektör olduğunun kanıtlanması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir (13).

Her gün bir yenisinin ortaya çıktığı artropod kaynaklı viral hastalıklarda tahtakurularının rolü ile ilgili bilgiler de yeterli değildir. Virüslerin adaptasyon yeteneklerinin fazla olduğu akılda tutulmalıdır. Bu konudaki çalışmaların artırılması tahtakurularının biyolojik terör potansiyelinin olup olmadığına da ışık tutacaktır (1).

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

2.1. Kültürel ve Fiziksel Kontrol

Tahtakuruları kontrolü en zor artropodlardandır. Bunun sebebi var olan insektisitlere direnç, yeni etkili insektisitlerin yokluğu, bu böceklerin insana çok yakın yaşaması ve çok küçük çatlaklarda, boşluklarda saklanmasıdır. Tahtakurularının birbirlerine tehdit altında olduklarını bildiren (E)-2-hexanal ve (E)-2-octenal gibi alarm feromonlarının olması da kontrolü zorlaştırmaktadır (28). Eşyaların ikinci el olduğu veya sıkışık olduğu ortamlarda bu böceklere ulaşmak daha da zor olmaktadır. Tahtakurularının biyolojilerini bilen eğitimli böcek savaşçıları yoksa bir şeyleri feda etmeden tahtakurularından kurtulmak biraz zor ve pahalıdır.

Kontrol işlemine tahtakurularının yerinin belirlenmesiyle başlanır. Kimyasal olmayan kontrol yöntemleri ve ardından insektisit uygulamaları kullanılır. Yapılan işlemlerin 2 hafta kadar sonra kontrolü gereklidir. Bazen işlemlerin birden fazla tekrarlanması gerekebilir. En önemli basamaklardan biri de tekrar infeste olmamak için risk analizlerinin ve önleyici yöntemlerin öğretilmesidir (6, 8, 13, 20).

Erken tanımlama özellikle otel, hastane, yurtlar, apartmanlar gibi insanların birlikte yaşadıkları yerler için oldukça önemlidir. Cleveland'da 2012-2013 yıllarında 3. basamak bir üniversite hastanesinin acil servisinin 41 odasının tahtakurusu savaşı için kapatılmasının yıllık maliyeti 29575 Amerikan doları olarak hesaplanmıştır. Hastaların eşyaları ve nadiren üzerindeki giysilerle tahtakurularını taşımaları hastane infestasyonları açısından da oldukça önemlidir (26). Tahtakurularının halk arasında sadece hijyen eksikliğine bağlı olduğu düşünüldüğünden varlığının bildirilmesinin ayıp sayılması ve sağlık çalışanlarının da aklına gelmemesi erken tanımlama için başka yolların aranmasına sebep olmuştur. Erken tanımlamada eğitimli köpekler kullanılabileceği gibi tahtakurusu monitör ve tuzakları da önemlidir (15). Eğitimli köpeklerle ilgili çalışmalarda çok farklı başarı oranları bulunduğundan son dönemde en çok monitör ve tuzaklar üzerinde çalışılmaktadır. Pasif tuzaklar konağın uyuduğu yatağa yakın yerleştirilen üzerinde yapışkan veya kaygan bir maddenin olduğu tuzaklardır. Isının ve karbondioksitin yanında alarm feromonlarının ve amonyum bikarbonatın kullanıldığı aktif tuzaklar ise pasif tuzaklara oranla oldukça başarılı bulunmaktadır. Karbondioksitli tuzaklarda karbondioksitin akış hızı(örneğin 50ml/dak) önemlidir (2, 12, 13).

Tek bir hamile tahtakurusunun tüm apartmanı infeste edebileceği düşünülerek çatlakların kapatılması ve düzenli kontrol programının olması önemlidir. Özellikle insanların kalabalık olarak yaşadıkları, hijyen seviyesinin

düşük olduğu apartmanların aktif olmasa bile pasif tuzaklarla denetlenmesi tahtakurularının erken fark edilip önlem alınması ve ortak kullanılan kamusal alanlara yayılımın önlemesi açısından gereklidir (13, 29).

2.2. Bireysel Kontrol

Seyahat sırasında kalınacak odada tahtakurularını çağrıştıracak koku da alındıysa hava karardıktan sonra bir ışık kaynağıyla tahtakurularının bulunabileceği yatak başının ve yatağın kıvrımlı bölgelerinin, elektrik prizlerinin kenarları ile yatağın altında ve çevresindeki çatlakların böcek, yumurta ve fekal artık izlerinin kontrolü açısından önemlidir (14). Odada bavulların açık bırakılmaması, gerekirse naylon bir örtü ile sarılması, seyahat sonrası eve dönüldüğünde bavulların kıvrımlı yerlerinin kontrolü gereklidir. Dışarıdan getirilen her türlü seyahat malzemesinin ve ikinci el eşyaların mümkünse vakumlanması veya 45°C üzerinde 1 saat veya 60 °C' de kısa süre tutulması tahtakurularını öldürecektir (15, 30). Buharlı temizlik aletlerinin kullanılması, sıcak yıkama ve kuru temizleme de diğer alternatiflerdir. Sıcağa dayanıksız ürünlerin -17 °C' de 2 saat tutulması da yeterli olacaktır. Açlığa oldukça dayanıklı böcekler olduklarından torba içinde aç bırakmak gibi bir yöntem maalesef işe yaramayacaktır (13).

İkinci el eşya alınmak zorunda kalınırsa özellikle yatak da metal olanlar tercih edilmeli, yatılacak odada tahtakurusu var ise yatak ayaklarına yağ sürülerek tırmanmalarının zorlaştırılması, DEET içeren spreylerin kullanılması yararlı olabilir (16). Kullanılan üründeki DEET oranı arttıkça koruyuculuk süresi de artmaktadır. DEET böceğin kafasını karıştırıp aldığı kokuları yanlış algılamasına yol açan bir üründür. Permetrinli cibinliklerin tahtakurularını engellemediği bilinmelidir (13, 18, 23). Hatta tahtakurularını öldüremeyen permetrinli cibinliklerin sivrisineklere de etkisinin olamayacağının düşünülmesi motivasyonu düşürmüş ve bazı bölgelerde sıtmanın artmasına neden olmuştur (10).

2.3. Sistemik ürünler

Tahtakuruları için kullanılan insektisitlerin tarihine bakacak olursak ilk olarak 1800'lü yıllarda ve 1900'lü yılların başında arsenik, cıva ve piretrumun kullanıldığını görüyoruz. Arsenik ve cıvanın toksik olmasının yanında temas etmeden öldürememeleri de dezavantajları arasında sayılabilir. Sonrasında sülfür ve siyanid gazının kullanımı ve 1940'lı yıllarda DDT' nin kullanıma girmesiyle tahtakurusu sayılarında çarpıcı bir düşüş gözlenir. Sprey ve gazların kullanılmasıyla ölümcül etki için direkt temasa da ihtiyaç kalmaması ve etkinin bir süre devam etmesi iyi bir şey gibi görünmekle birlikte bu insektisitlerin de dozunun çok düşük ve çok yüksek olması gibi dezavantajları vardı. DDT'nin kullanıma girmesinden 3-5 yıl

sonra direnç gözlenmeye başlandı. Fakat malathionun da aynı dönemde böcek kontrolünde kullanılmaya başlamasıyla tahtakurusu popülasyonu oldukça azaldı. Özellikle gelişmiş ülkelerde son 10-15 yıla kadar sadece sporadik vakalar gözlenmekteydi (10, 21).

Son dönemlerde sistemik sprey uygulamalarına direnç gözlenen piretroid bazlı toz formüllerin 72 saat içinde %90-100 öldürücü etki göstermesi şaşırtıcı fakat ümit verici olmuştur. Toz formülünde cyfluthrin gibi piretroid aktif bileşenlerinin artmış alımına bağlı olarak bu tür bir etkinin gözlendiği düşünülmektedir. Bileşime alarm feromonlarının eklenmesi etkiyi artırmaktadır (20, 21).

Hidropiren ve metopiren gibi böcek büyüme regülatörlerinin (IGRs) de tahtakurusu savaşında piretroidlere alternatif oldukları bildirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları IGRs' lerin infertil erişkin oluşturma, morfolojik malformasyonlar ve tamamlanmamış ekdizis gibi etkileri olduğunu fakat yavaş etki gösterdiğini göstermiştir (13, 16). Ayrıca etkinin henüz beslenmemiş nimfler ve erişkin böcekler üzerinde az olması bu tür ilaçların dezavantajıdır (10).

Sulfüril fluorid sislemesinin yumurta dahil tüm evrim dönemlerine etki gösterdiği fakat özel ekipman, eğitimli personel gerektirmesinin ve pahalı olmasının dezavantajları olduğu bildirilmiştir. Arilpirol insektisitlerden klorfenapirin, oksidatif fosforilasyonu dolayısıyla ATP sentezini bozarak etki gösterir ve kullanımı hızla artmaktadır. Dünyanın farklı bölgelerinden çalışma sonuçlarının farklı etkinliklerde olması, üzerinde biraz daha çalışılması gerektiğini göstermektedir (6, 9, 13, 21).

İvermektin ve Moksidektrin gibi antiparazitik ilaçların dirençli türler üzerine etkinliğinin incelendiği çalışma sonuçları da umut vericidir (15).

Wolbachia endosimbiyont olarak tahtakurularına B vitamini sentezler ve yokluğunda büyüme yavaşlar, döl sayısı düşer ve hatta kısırlığa yol açabilir (13, 16).

Beauveria bassiana isimli bir mantar türü tahtakurularının infeksiyonuna yol açıp öldürebilmektedir. *B. bassiana* enfeksiyonunun kütikül kalınlaşmasından etkilenebileceği düşünülerek yağlı formulasyonu da denenmiştir. Piretroidlere dirençli suşlarla savaşmak için umut verici olmakla birlikte, direnç gelişmemiş deltamethrine benzer şekilde uzun sürede (4 gün içinde) tahtakurularını öldürmüş olması dezavantaj sayılabilir (5, 20).

İlaç direncinin en aza indirilmesi ve etkinliğin artırılması için insektisitlerin sinerjistik etkisinden yararlanmak ve örneğin piretroidlerin (%1) neonikotinodlerle ve piriproxifen gibi 3. kuşak IGRs veya sitokrom P450

monooksijenaz inhibitörü piperonil butoxid ile kombine kullanımı önerilmektedir (9, 13, 21).

2.3.1. İnsektisitlere Direnç

Organoklorinlere ve piretrinlere direnç 1950'li yıllardan beri bilinmekle birlikte karbamat, piretroidler ve organofosfatlara direnç de her iki tür için saptanmıştır. İnsektisitlere direnç tahtakurularının yeniden artması ve yayılmasındaki birincil nedendir. Mikrosatellit belirteçlerin ve mitokondrial DNA sekans datalarının kullanıldığı genetik çalışmalar türlerin heterojenitesinin ve dirençli türlerin dağılımının insanların seyahati ile mümkün olduğunu göstermiştir (13).

Piretroidlere direncin genetik temelleri incelendiğinde tek bir genin değil, birden fazla genin inkomplet baskınlığıyla mümkün olduğu saptanmış ve sodyum kanal genlerinde iki mutasyon saptanmıştır. Biri valin yerine lösinin geldiği (V419L), diğeri de lösin yerine izolösinin geldiği (L925I) mutasyonlardır ve deltametrin direncinden sorumludurlar. Organofosfat ve karbamat direncinin de piretrodlerde olduğu gibi hedef bölge duyarsızlığına bağlı olduğu saptanmıştır (9, 10, 21).

Birçok insektisitin kütikülden emilerek etki ettiği düşünülürse, dirençli ve duyarlı türlerin morfolojik, biyokimyasal ve genetik analizlerinin yapılması ile ilaç dirençlerinde yapısal değişikliklere yol açan mutasyonların etkisinin olup olmadığı anlaşılacaktır (19).

Metabolik direnç mekanizmalarını kullanan insektisitlerden piretroidler ve karbamatlar sitokrom P450 enzim sistemini, organoklorlu insektisitler Glutatyon S transferaz enzimini kullanırlar. Artmış transkripsiyon seviyeleri direnç mekanizmalarında rol alabilir fakat yapılan çalışmalarda ilaç dirençlerinin metabolik olduğuyla ilgili tam bir fikir birliğine varılmamıştır (10, 19).

En son 2016 yılında doğadan izole edilen tahtakurularının da neonikotinoidlere (asetamiprid, imidakliprid, dinotefuran ve tihiamethoxam) direnci bildirilmiştir. Aynı grup içindeki farklı formulasyondaki insektisitlere direnç düzeyi bile bölgeden bölgeye ve hatta türün suşuna bağlı olarak değişebilmektedir. Tahtakurularında ilaç direncinin tek bir mekanizmaya bağlı olmadığı artık açık seçik ortadadır (3, 5, 9).

Hayvan yetiştiriciliğinde bilinçsiz insektisit kullanımının ve otellerde düşük doz insektisitli halı, perde ve cibinlik gibi eşyaların kullanımının ilaç direncini artırabileceği başta bu sektörde çalışanlar olmak üzere insektisitlere erişimi olan herkese öğretilmesi, gerekli düzenlemelerin yapılması sağlığımız ve doğanın korunması için bir zorunluluktur.

3. KAYNAKLAR

1. Adelman ZN, Miller DM, Myles KM. Bed bugs and infectious disease: a case for the arboviruses. PLoS Pathog. 2013 Aug;9(8): e1003462.
2. Anderson JF, Ferrandino FJ, Vasil MP, Bedoukian RH, Maher M, Mckenzie K. Relatively Small Quantities of CO2, Ammonium Bicarbonate, and a Blend of (E)-2-Hexenal Plus (E)-2-Octenal Attract Bed Bugs (Hemiptera: Cimicidae). J Med Entomol. 2017 Mar 1;54(2):362-367.
3. Ashbrook AR, Scharf ME, Bennett GW, Gondhalekar AD. Detection of Reduced Susceptibility to Chlorfenapyr- and Bifenthrin-Containing Products in Field Populations of the Bed Bug (Hemiptera: Cimicidae). J Econ Entomol. 2017 Jun 1;110(3):1195-1202.
4. Ashcroft R, Seko Y, Chan LF, Dere J, Kim J, McKenzie K. The mental health impact of bed bug infestations: a scoping review. Int J Public Health. 2015 Nov;60(7):827-37.
5. Barbarin AM, Bellicanta GS, Osborne JA, Schal C, Jenkins NE. Susceptibility of insecticide-resistant bed bugs (Cimex lectularius) to infection by fungal biopesticide. Pest Manag Sci. 2017 Aug;73(8):1568-1573.
6. Bennett GW, Gondhalekar AD, Wang C, Buczkowski G, Gibb TJ. Using research and education to implement practical bed bug control programs in multifamily housing. Pest Manag Sci. 2016 Jan;72(1):8-14
7. Cannet A, Akhoundi M, Berenger JM, Michel G, Marty P, Delaunay P. A review of data on laboratory colonies of bed bugs (Cimicidae), an insect of emerging medical relevance. Parasite. 2015; 22:21.
8. Criado PR, Belda Junior W, Criado RF, Vasconcelos e Silva R, Vasconcellos C. Bedbugs (Cimicidae infestation): the worldwide renaissance of an old partner of human kind. Braz J Infect Dis. 2011 Jan-Feb;15(1):74-80.
9. Dang K, Doggett SL, Veera Singham G, Lee CY. Insecticide resistance and resistance mechanisms in bed bugs, Cimex spp. (Hemiptera: Cimicidae). Parasit Vectors. 2017 Jun 29;10(1):318.
10. Davies TG, Field LM, Williamson MS. The re-emergence of the bed bug as a nuisance pest: implications of resistance to the pyrethroid insecticides. Med Vet Entomol. 2012 Sep;26(3):241-54
11. Delaunay P, Blanc V, Del Giudice P, Levy-Bencheton A, Chosidow O, Marty P, Brouqui P. Bedbugs and infectious diseases. Clin Infect Dis. 2011 Jan 15;52(2):200-10
12. Delaunay P. Human travel and traveling bedbugs. J Travel Med. 2012 Dec;19(6):373-9.
13. Doggett SL, Dwyer DE, Peñas PF, Russell RC. Bed bugs: clinical relevance and control options. Clin Microbiol Rev. 2012 Jan;25(1):164-92.
14. Hurst S, Humphreys M. Bedbugs: not back by popular demand. Dimens Crit Care Nurs. 2011 Mar-Apr;30(2):94-6.
15. Ibrahim O, Syed UM, Tomecki KJ. Bedbugs: Helping your patient through an infestation. Cleve Clin J Med. 2017 Mar;84(3):207-211.
16. Kolb A, Needham GR, Neyman KM, High WA. Bedbugs. Dermatol Ther. 2009 Jul-Aug;22(4):347-52.

17. Lai O, Ho D, Glick S, Jagdeo J. Bed bugs and possible transmission of human pathogens: a systematic review. Arch Dermatol Res. 2016 Oct;308(8):531-8.
18. Liu F, Xia X, Liu N. Molecular Basis of N, N-Diethyl-3-Methylbenzamide (DEET) in Repelling the Common Bed Bug, Cimex lectularius. Front Physiol. 2017 Jun 20; 8:418.
19. Mamidala P, Jones SC, Mittapalli O. Metabolic Resistance in Bed Bugs.Insects. 2011 Mar 18;2(1):36-48.
20. McMenaman KS, Gausche-Hill M. Cimex lectularius ("Bed Bugs"): Recognition, Management, and Eradication. Pediatr Emerg Care. 2016 Nov;32(11):801-806.
21. Romero A. Moving From the Old to the New: Insecticide Research on Bed Bugs since the Resurgence. Insects. 2011 May 5;2(2):210-7
22. Salazar R1, Castillo-Neyra R1, Tustin AW1, Borrini-Mayorí K1, Náquira C1, Levy MZ. Bed bugs (Cimex lectularius) as vectors of Trypanosoma cruzi.Am J Trop Med Hyg. 2015 Feb;92(2):331-5.
23. Shmidt E, Levitt J. Dermatologic infestations. Int J Dermatol. 2012 Feb;51(2):131-41.
24. Svanberg I. Encounters with fierce dogs and itchy bedbugs: why my first field work failed. J Ethnobiol Ethnomed. 2014 May 2; 10:39.
25. Talbot B, Balvín O, Vonhof MJ, Broders HG, Fenton B, Keyghobadi N. Host association and selection on salivary protein genes in bed bugs and related blood-feeding ectoparasites. R Soc Open Sci. 2017 Jun 21;4(6):170446.
26. Totten V, Charbonneau H, Hoch W, Shah S, Sheele JM. The cost of decontaminating an ED after finding a bed bug: results from a single academic medical center. Am J Emerg Med. 2016 Mar;34(3):649.
27. Unat EK. Tıp Parazitolojisi "İnsanın Ökaryonlu Parazitleri ve Bunlarla Oluşan Hastalıkları". 3. baskı. İ. Ü. Cerr. Tıp Fak. Yayınları. Rek. No :3044, Dek. No: 113.
28. Vaidyanathan R, Feldlaufer MF. Bed bug detection: current technologies and future directions. Am J Trop Med Hyg. 2013 Apr;88(4):619-25.
29. Vail KM, Chandler JG. Bed Bug (Hemiptera: Cimicidae) Detection in Low-Income, High-Rise Apartments Using Four or Fewer Passive Monitors. J Econ Entomol. 2017 Jun 1;110(3):1187-1194
30. Vasievich MP, Villarreal JD, Tomecki KJ. Got the Travel Bug? A Review of Common Infections, Infestations, Bites, and Stings Among Returning Travelers. Am J Clin Dermatol. 2016 Oct;17(5):451-462

BÖLÜM 10

SIPHONAPTERA (PİRELER)

(Insecta: Siphonapterida)

VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Prof. Dr. Aynur GÜLANBER

İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, İstanbul

1. ARTROPOD VEKTÖR

Siphonaptera takımına bağlı olan pireler sadece erişkin dönemlerinde sıcakkanlı hayvanlarda parazitlenir. Bu güne kadar yaklaşık 2500 tür ve alt tür tanımlanmıştır. Bunların %94'ü memelilerde (% 74 rodentlerde), %6'sı kanatlılarda bulunmuştur.

Pireler dünya üzerinde ılıman iklime sahip bölgelerde yoğunlaşmıştır. Yaklaşık 20 türün insanlardan beslendiği bildirilmektedir (10). Kuzey Amerika'da 250'yi aşkın tür Avustralya'da yaklaşık 90 ve İngiltere'de 60 pire türü tanımlanmıştır (4). İnsan ve hayvanlarda görülen en önemli pireler Pulicidae ailesinde bulunan *Pulex* spp., *Ctenocephalides* spp., *Spilopsyllus* spp.

ve *Archaeopsyllus* spp.,ile Ceratophyllidae ailesinde bulunan *Ceratophyllus ve Nosopsyllus* cinsine bağlı türlerdir.

Pirelerin yaklaşık 60 milyon yıllık geçmişi vardır ve tarih öncesi dönemde memeliler üzerinde bulunmuştur. Önceleri Diptera takımındaki bireylerden orijin almasına rağmen daha sonraki dönemlerde paraziter hale geçişte kanatlarını kaybederek değişime uğramıştır. Larva formları hala diptera takımındaki insectlerin larvalarına benzer (9).

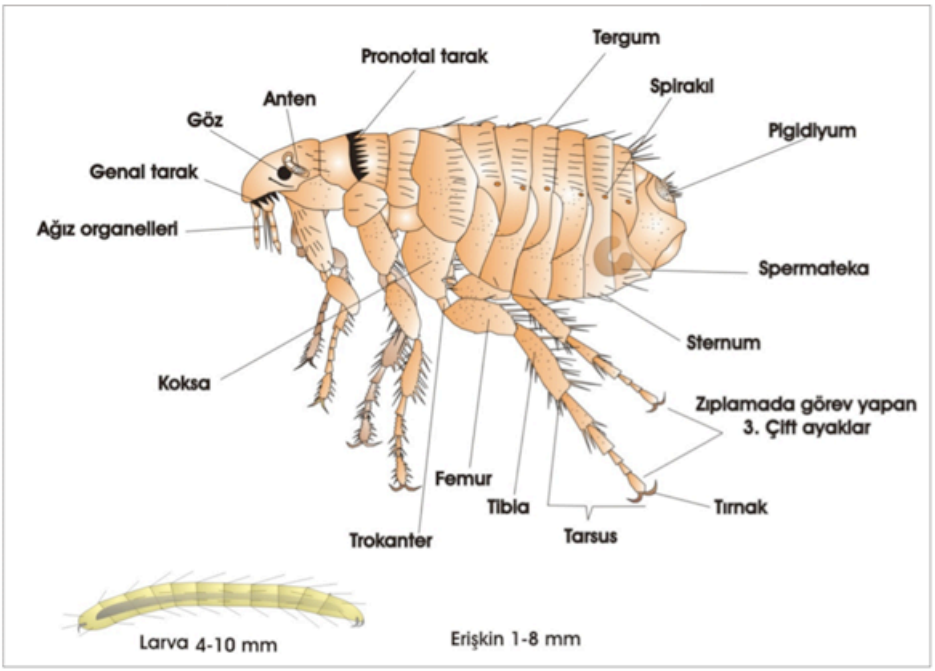
1.1. Morfolojileri

1.1.1. Erişkin pirenin yapısı

Pireler koyu kahverengi–siyah (bazı türlerde sarımsı) renkte, iyi kitinize olmuş bir örtü ile kaplı, kanatsız, yandan basık insectlerdir. Erişkinleri 1,5-8 mm boyundadır. Dişiler erkeklerden daha iridir. Erişkin dönemlerinde vücutları diğer insectlerde olduğu gibi baş (caput), göğüs (toraks) ve karın (abdomen) olarak üç bölümden oluşur. vücut örtüsü geriye doğru uzanmış çok sayıda sert dikenimsi oluşumla kaplıdır. Bu sayesinde pire konağın kıl ve tüyleri arasında kolayca hareket edebildiği gibi tımar esnasında pirelerin yakalanmasını önlendiği de düşünülmektedir (1, 5, 7, 8, 10, 13, 14).

Baş (Caput: Capitulum): Baş şekli oldukça değişken olup tür identifikasyonunda önemlidir. Baş bazı türlerde yuvarlağımsı sonlanırken bazı türlerde dar kama şeklindedir. Yandan basıktır ve göğüse yapışık görünümdedir. Anten; anten çukuruna yerleşmiş olup üç segmentlidir ve üçüncü segment kendi içinde bölümlenme (11-12 bölüm) gösterir. Birçok türün erkeğinde antenlerin iç yüzünde dişi ile çiftleşme esnasında tutunmayı sağlayan yapışıcı diskler bulunur. Birleşik gözleri yoktur, gözler çoğu türlerde küçük bazılarında büyük (*Xenopsylla* spp.) olup basit göz şeklindedir ve antenlerin önünde yer alır. *Leptopsylla segnis*'de ise göz yoktur. Gözün ön, yan veya altında (türe göre farklı yerde olabilir) bir adet kalın ve sert göz kılı (oküler seta) bulunur.

Ağız organelleri delici ve emici yapıdadır. Bunlar başın alt kısmında, aşağıya ve geriye doğru uzanır. Yapı olarak önde bir çift maxillar palp, arkada bir çift labial palp, bir çift üçgen şeklinde kesici maxilla, bir çift mandibul, bir tek kıl gibi görünen epifarinksten ibarettir. Bazı türlerde başın ventral kısmında ağız civarında Ctenidia veya comb (tarak) olarak isimlendirilen büyük diken şeklinde bir oluşum vardır. Bu tarağa başın gena bölgesinden çıktığı için ön tarak = oral tarak veya **genal tarak** (**Genal Ctenidium**) gibi isimler verilir (7, 8, 10, 13, 14).



Şekil 1. Dişi pire vücut bölümleri ve larvası (orijinal).

Göğüs bölgesi: Baş ve toraks ayrımı çok belirgin olmayıp, önden arkaya doğru pro-mezo ve metatoraks olarak üç bölümden oluşur. Bazı türlerde toraksın birinci segmentinin arkasında arka tarak= **pronotal tarak (Pronotal Ctinidium)** bulunabilir (Şekil 1). Lateralde her segmentten bir çift bacak çıkar. Bacaklar iyi gelişmiş ve coxcae- thochanter –femur -tibia-tarsus olmak üzere 5 bölümden oluşmuştur. Tarsus 5 eklemli olup uç kısmında bir çift tırnak yer alır. Üçüncü çift bacak diğerlerine göre daha uzun ve kaslı olup sıçramaya (zıplamaya) yarar. Bazı pirelerde zıplama mesafesi kendi boyunun 100 katını geçerek 20-30 cm yükseğe ulaşabilir. Bazı türlerde bu mesafe 50 cm 'yi bulmaktadır (7, 10, 13, 14).

Karın bölgesi: Göğüsten derinlemesine çizgilerle ayrılmayan 10 segmentten oluşur. Her segment üstte tergit, altta sternit adı verilen parçalara ayrılmıştır. Dokuzuncu bölümün tergiti pygidium adı verilen tüylü bir duyu organı halindedir Segmentler üzerinde uçları arkaya dönük kıllar bulunur. Anüs 10. halkada yer alır. Dişinin abdomen (karın) kısmı daha yuvarlak sonlanırken, erkekte abdomen yukarı doğru bir kıvrılma gösterir. Erkek ve dişide abdomenin arka kısmındaki organlar farklılık gösterir.

Dişinin 8.- 9. halkasının orta kısmında virgül veya nal şeklinde spermlerin depo edildiği spermateka (recepteculum seminis-sperma kesesi) bulunur. Erkeğin, 9. halkasında bir çift clasper ve 9.-10. halkaların birleştiği bölgede döllenme organı cirrus yer alır (7, 13, 14).

1.1.2. Yumurta

Oval biçimde, kapaksız, 0.3-0.5 mm büyüklüğünde, inci beyazı renginde kaygandır. Genelde kıllara yapışıcı özelliği yoktur (*Xenosylla cheopis*'in yumurtası hariç). Bazı türlerin yumurtaları yapışıcı özellikte olabilir. Konak üzerinden yere düştüğünde yerdeki toz, toprak ve organik döküntülerle kaplanır (5, 10).

1.1.3. Larva

İnce uzun kurtçuk biçiminde (Diptera larvalarına benzer) olup vücudu 13 segmentten oluşur. Bunlardan üçü göğüs, on segmentte karın segmentleridir (9). Tüm seğmentler görünüş olarak birbirine benzer. Her segment geriye doğru bir sıra sert uzun kıllar kaplıdır. Yumurtadan çıkan birinci dönem larva yaklaşık 1,5 mm uzunluktadır. Üç larva devresi geçirdikten sonra gelişmiş son dönem larva 4-10 mm boya ulaşır. Yuvarlak bir başa sahiptir. Gözleri ve bacakları yoktur. Ağız organelleri küçük olup iyi gelişmiş ve çiğneyici tiptedir. Larvalar beyaz/krem renktedir, pire dışkısındaki sindirilmemiş kan pıhtısı ile beslendiğinde rengi kırmızılaşır. Daha sonra kahverengine döner (5, 7, 14).

1.1.4. Pupa

Yaklaşık 5 mm uzunluğunda, beyaz-kahverengi (olgun) ovalimsi , seyrek örgülü bir kokon içinde bulunur; etrafı toz/toprak/çöp gibi maddelerle kaplı olduğu için gözden kaçabilir (13). Pupa , erişkinin genel şekil ve özelliklerine sahiptir (14).

1.2. Yaşam Döngüsü

1.2.1. Biyolojileri

Pireler tam metamorfoz (holometabol) gösterirler. Gelişmesinde yumurta-larva-pupa ve erişkin olmak üzere dört evre bulunur. Bunlardan sadece erişkin dönemleri parazittir. İdeal şartlarda tüm siklusu 18 günde tamamlar. Şartlar uygun olmadığında (uygun konak, sıcaklık, nem) bu süre 6-12 aya kadar uzayabilir. Geçici ve gececi parazitlerdir.

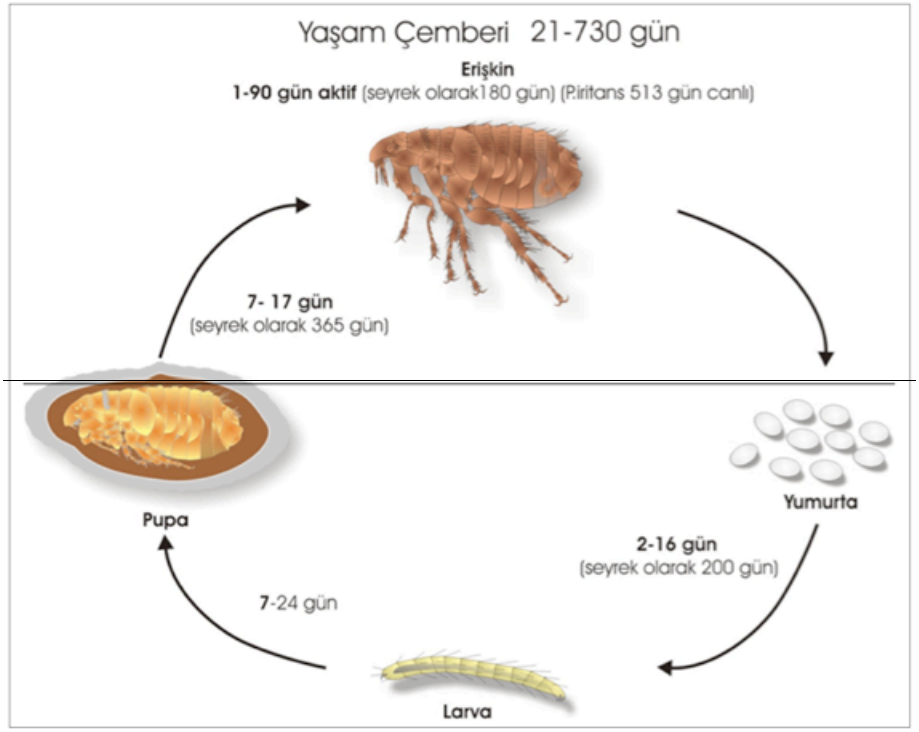
1.2.2. Beslenme ve Konak tercihleri

Dişi pire yumurta üretmek için kan emmeye ihtiyaç duyar. Erkekler dişilerden daha sık aralıklarla beslenir fakat daha az kan emer (10). Erişkin pirenin konakla ilişkisi oldukça gevşek olup kan emme dışında kalan zamanlarda konağın dışında serbest yaşar. Konak seçiciliği yoktur. Çok az tür monoxendir (kısıtlı tek bir konak kullanır). Çoğu pire türü çok konaklıdır. Bazı pire türlerinin 20'den fazla farklı konaktan beslenebildiği bildirilmiştir. Bir hayvan, birden fazla pire türüne konaklık yapabilir. Konak seçimindeki bu esneklik pirelerin hastalık etkenlerine vektörlük rolleri açısından önem taşır (4). Açlığa birkaç ay dayanabilir. Erişkin pire çiftleşmeden önce beslenir (çoğu kanatlı piresi hariç). Çiftleşme türe özgüdür ve temas feromonlarından etkilenir. Mevcut yumurtaların döllenmesi için birden fazla çiftleşme gerekebilir. Bir dişi günde ortalama 14 µl kan tüketir ve türlere göre değişmekle birlikte 10-50 yumurta yapar. Bir yıldan daha uzun süre yaşayan bir pire yaşamı boyunca birkaç yüz yumurta bırakabilir (10).

Çiftleşmeden sonra dişi yumurtalarını konak üzerine veya yere bırakır. Yumurtaların bit yumurtası gibi kıllara yapışma özelliği yoktur. Konağın üzerine bırakılan yumurtalar yapışmadığı için kıllar üzerinden kayarak yere düşer. Yumurtadan ortam sıcaklığına ve neme bağlı olarak 2-16 gün içinde larva gelişir. Yumurtadan larva çıkışı %70 nisbi nem ve 35 °C'de 36 saatte olurken 13 °C'de 6 günden fazla sürer. Bu süre şartlar uygun olmadığında 200 güne kadar uzayabilir. Larvalar ışıktan kaçma ve toprağa saklanma özelliğindedir. Bu nedenle ortamdaki nemli ve karanlık yerlere gizlenirler. Bulunduğu yerden 15 cm uzağa hatta 46 cm kadar uzağa gidebildikleri gözlenmiştir. Pire larvaları çevredeki organik döküntülerle (ölmüş deri, saç ve erişkin pirelerin dışkısındaki sindirilmemiş kan pıhtısıyla) beslenirler (5, 13).

İki gömlek değiştirip 3. döneme ulaşan larva, kendisine koza örerek pupa dönemine girer. Pupa dönemini de larvanın yaşadığı yerlerinde; toz toprak arasında hayvanların barınak veya inlerinde, evlerde ise halı, kilim, mobilyaların altında geçirir. Pupanın gelişmesi uygun ortamda (ortalama %80 nispi nem) bir haftayı bulurken, uygun olmayan ortamlarda (sıcaklığın 1°C'nin altına düşmesi gibi) bir yıla kadar uzayabilir. Yumurta ve larvalarla kıyaslandığında pupalar kuraklık gibi olumsuz şartlara en dayanıklı dönemdir (1, 4) . Pupa kokon içinde bir gömlek değiştirir. Gelişmesini tamamlayıp dışarı çıkmaya hazır halde bekler. Ortamdaki hareketlilik,

sıcaklık artışı ve karbondioksit oranı değişikliği gibi uyaranlar "ortama bir konak geldiği algısı" oluşturarak genç pirenin kokondan çıkmasını tetikler. Yaşam çemberinin tamamlanması normal şartlarda 3 haftada olurken, uygun olmayan şartlarda 2 yıla kadar uzayabilir. *Echidnophaga* soyu ve *Tungidae* ailesindeki türlerde yaşam döngüsünde farklılıklar söz konusu olup, bu türlerin gelişmelerine ilişkin bilgilere ilgili bölümlerde yer verilmiştir.



Şekil 2. Hayat döngüsü, gelişme dönemleri ve süreleri (Vuruşaner,C., Gülanber,A)

1.2.3. Tükürük özellikleri

Pire ısırdığı zaman ısırdığı yere az miktarda tükürük bırakır. Bu tükürük antiquagulant maddeler ve pruritojenik (kaşıntı yapan) enzimler içerir. Bu maddelerden bazıları ise haptenik yapıdadır. Konağın derisindeki kolojen fibrillerle veya diğer deri proteinleriyle birleştiğinde antijenik özellik kazanır. Bu durum özellikle kedi ve köpeklerde Pire alerjik dermatitis'ine sebep olur (12).

1.2.4. Pirelerin aktivitelerini etkileyen koşullar:

Pirelerin epidemiyolojisini etkileyen 3 önemli faktör vardır:

Hava veya ortam sıcaklığı: Çok önemli olup soğukta gelişme yavaşlar, sıcakta hızlanır. Dolayısıyla sıcak iklimli coğrafik bölgelerde, her mevsim gelişme görülürken; ılıman iklim bölgelerinde yaz ve bahar aylarında gelişme hızlı, kışın yavaştır. Kurak geçen yaz aylarında pire populasyonu azalırken yağışlı yazlarda populasyonda artış gözlenir. Buna rağmen mikroklimatik ortam da önemlidir, dışarıda kar yağarken kapalı yerlerde (barınaklar, ev ortamı vs.) sıcaklık pirelerin gelişmesi için uygun olabilir, böyle ortamlarda gelişmede bir gecikme olmaz.

Nem ve gün ışığı: Konakların barındığı mağara, kömürlük veya depo gibi yerlerin gölgelik ve nemli olması pirelerin hayatta kalma şanslarını arttırır. Hatta beslenecek bir konak bulamasalar bile nemli yerlerde 5-6 ay kadar canlı kalabilirler. Larvaların gelişmesi için ortamdaki nisbi nemin %50 nin altına düşmemesi gerekir. Güneş ışığı ve kuraklık larvaların ölümüne sebep olabilir (7, 13).

Gıda: Pirelerde konak spesifikliği çok fazla gelişmemiştir, dolayısıyla ortamda kan emebilecekleri herhangi bir canlının bulunması yeterlidir. Kronik hastalıklara maruz kalarak zayıflamış veya düşük kondisyonlu hayvanlarda pire enfestasyonlarına daha fazla rastlanır. Erişkin pire kan emmeden bir hafta kadar yaşayabilir (5) .Yukarıda sayılan faktörlere bağlı olarak pirenin yaşam süresi 1 aydan 2 yıla kadar uzayabilmektedir. Dolayısıyla bu durum enfekte etme kabiliyetini arttırmaktadır. Uzun süre boş kalmış enfeste barınak, kümes, mağara gibi yerlerde bulunan aç pireler (pupa döneminde bekleyenler de dahil), ortama giren yeni konaklara birden saldırarak ağır enfestasyonlara neden olurlar. Pireler zıplama özellikleriyle konaklarına tutunur ve 3-4 saat kadar kan emerler. Konaklarını bulmada koku alma, sıcaklığı hissetme ve titreşimleri algılama yetenekleri önem taşır. Bu esnada tutundukları konakla beraber uzak mesafelere seyahat edebilirler. Konağın yaşadığı mekanlar pirelerin başlıca bulaşma yerleridir. Buralardaki pire populasyonunun %1'i erişkin, %34'ü yumurta, %57'si larva ve %8'i pupalardan oluşmaktadır. Yumurtadan çıkan larvalar beslenmek için uygun organik maddeleri kolaylıkla buradan temin edebilir. Pupa dönemini geçirecek kuytu, sıcak ve nemli ortam şartları burada sağlanmış olur. Kokondan çıkan genç pire kan emmek için konağı hazır olarak ortamda bulur. Pireler sıcakkanlı canlılardan kan emdikleri için ölen

canlının vücut ısısı düştüğünde konağı terk ederek yakınında bulunan farklı bir konağa (örneğin avdan→avcıya) geçerler (9, 13).

1.3. Pirelerin Sınıflandırılması

Siphonaptera takımında bugüne kadar 2500 tür tanımlanmış olup 3000'e yakın türü kapsadiği düşünülmektedir. Bu takımda 15-16 aile ve 239 cins olduğu bildirilmiştir.

Ceratophyllidae, büyük bir ailedir ve 500'ün üzerinde tür içerir ve bunlardan 80 tür kanatlılarda geri kalanı ise küçük rodentlerde parazitlenir. Bu ailedeki türler holarktik bir dağılım gösterir.

Pulicidae, ailesindeki pireler daha çok memelilerde parazitlenir ve dünyanın her yerinde yaygın olarak bulunur (14).

Bu bölümde Veteriner ve Halk sağlığı açısından önemli bazı pirelerin sınıflandırılması yapılmıştır (9).

Phylum (Şube) : Arthropoda

Subphylum (Alt şube) : Tracheata (=Antennata)

Sınıf : Insecta (Hexapoda)

Takım : *Siphonapterida*

1. Aile : *Pulicidae*

1. Cins *Ctenocephalides*

Türler : *C. felis* (Bouché 1835)

: *C. canis* (Curtis 1826)

2. Cins : *Pulex*

Tür : *P. irritans* (Linné 1758)

3. Cins : *Spilopsyllus*

Tür : *S. cuniculi* (Dale 1878)

4. Cins : *Archaeopsyllus*

Tür : *A. erinacei* (Bouché 1835)

5. Cins : *Xenopsylla*

Tür : *X. cheopis* (Rothscild 1903)

6. Cins : *Echidnophaga*

Tür : *E. gallinacea*

2. Aile		: Ceratophyllidae
	1. Cins	*: Ceratophyllus*
	Tür	*: C. gallinae* (Schrank 1804)
		: C. columbae (Stephens 1829)
	2. Cins	*: Nosopsyllus*
	Tür	*: N. fasciatus* (Bosc 1800)
3. Aile		: Leptopsyllidae
	Cins	*: Leptopsyllus*
	Tür	*: L. segnis* (Schönherr 1816)
4. Aile		: Tundigae
	Cins	*: Tunga*
	Tür	*: T. penetrans*

TÜRLER

Veteriner ve halk sağlığı açısından önemli olan pireler Pulicidae, Ceratophyllidae, Leptopsyllidae ve Tungidae olmak üzere dört aile altında ele alınmıştır (13, 14) .

Aile: Pulicidae

Bu ailede *Ctenocephalides, Pulex, Archaeopsylla , Echidnophaga, Spilopsyllus, Xenopsylla* soyları yer alır.

1. Soy: *Ctenocephalides*

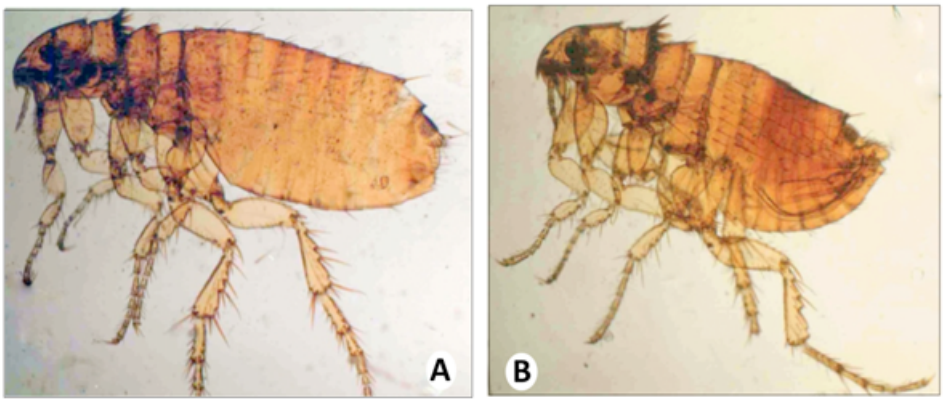
Bu soya bağlı 11 tür bulunur ve büyük bir çoğunluğu Afrika ve Avrasya kıtalarında görülür. Başlıca konakları karnivorlar olsa da Akdeniz'e kıyısı olan bölgelerde keçilerde ve bazı tavşanlarda (lagomorpha dizisi) bulunabilir. Genal (ön) ve pronotal (arka) taraklar mevcuttur.

Ctenocephalides soyu, kedi, köpeklerin pire ısırığı dermatitinden sorumlu olan en önemli soydur.

Tür: *Ctenocephalides felis* (Şekil 3)

Dünyada yaygındır, ülkemizde de görülür ve dört alt türü tanımlanmıştır. Başlıca konakları karnivorlardır. *Ctenocephalides felis felis* dünyanın her tarafında, *Ctenocephalides felis strongylus* ve *Ctenocephalides felis damarensis* Afrika'da, *Ctenocephalides felis orientalis* ise Hindistan ve Avustralya'da bulunur. Burada *Ctenocephalides felis felis* ele alınacaktır.

Ctenocephalides felis felis: Kedi ve köpeklerin en yaygın ektoparazitidir. Dişi 2-3, erkek 1-2 mm boyunda; kırmızımsı kahverenktedir. Baş öne doğru uzamış olup boyu eninin iki katıdır. Genal taraktaki dikenler aynı boydadır. Her ne kadar kedi piresi diye isimlendirilse de insan dahil 30 farklı hayvan türünde parazitlenebilmektedir. *C felis* türü *C. canis*'e göre çok daha geniş yayılım gösterir ve birçok yerde kediler kadar köpek ve insanlar için de baskın bir türdür. Yaşam döngüsünü 3 haftada tamamlar. Uygun şartların olmadığı durumda bu süre 200 güne kadar uzayabilir. Şiddetli kaşıntı, irritasyon ve ağır enfestasyon durumlarında özellikle kedi, köpek yavrularında anemiye sebep olur. Duyarlı hayvanlarda pire tükürüğüne karşı alerjik reaksiyonlar gelişebilir. Ayrıca *Dipylidium caninum*, *Dipetalonema reconditum*'a arakonaklık yapar ve *Bartonella henselae*'yi bulaştırır. Erişkin pire *D. reconditum*'un mikrofilerlerini kan emme sırasında alır ve bulaştırır. Fakat sokucu ağız organelleri *Dipylidium* yumurtalarını almaya uygun değildir. Bu nedenle *Dipylidium caninum* enfeksiyonunu pire larva dönemindeyken alır ve erişkin döneme geldiğinde vücudunda bu cestodun cysticercoidlerini taşır.

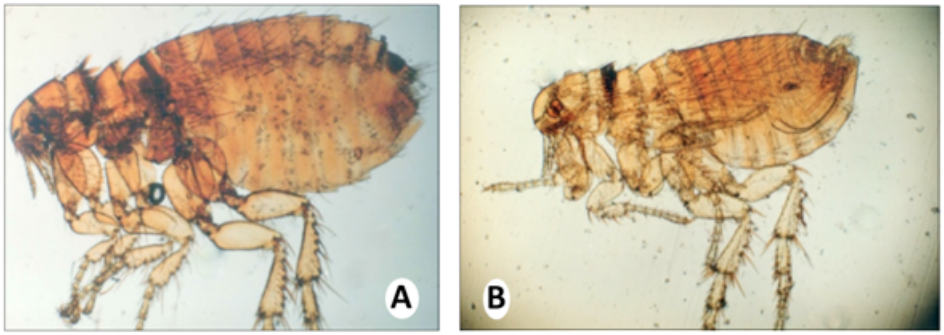


Şekil 3. *Ctenocephalides felis.* A. Dişi; B. Erkek (orijinal)

Tür: *Ctenocephalides canis* (Şekil 4)

Köpek piresi olarak bilinir. Ülkemizde de görülmektedir. Köpek dışında kedi, rat, tilki ve insanda da parazitlenir. Morfolojik olarak *C. felis*'e benzer ancak baş yuvarlak olup eni ve boyu hemen hemen eşittir. Genal tarağın ilk dikeni ikinciden belirgin olarak kısadır. Erişkinleri 3-4 mm boyunda ve kırmızımsı kahverengi renktedir. Dişi ve erkek pire konak üzerinde çiftleştikten iki gün sonra dişi yumurta üretmeye başlar. Yaşamaları için en uygun ortam sıcaklığı 13-32 °C ve nispi nem oranı % 50-90'dır. Sıcaklık 35°C

üzerine çıktığında yumurta ve larvanın yaşama şansı azalır. *C. canis*'in yaşam siklusu *C. felis*'e benzer. Aç erişkinler birkaç hafta canlı kalabilir. Pupalar bir yıl veya daha uzun süre uyku halinde kalabilir. Uygun bir konağın hareketini algıladığında ise 30 sn. içinde pupadan erişkin pire çıkar. Uygun şartlarda yaşam döngüsünü 3 haftada tamamlar.



Şekil 4. *Ctenocephalides canis.* A. Dişi; B. Erkek (orijinal)

2. Soy: *Pulex*

Bu soyda altı tür bulunur. Halk sağlığı ve veteriner hekimlik yönünden en önemli ve yaygın tür *Pulex irritans'*tır.

Tür: *Pulex irritans* (Şekil 5)

İnsan piresi olarak bilinen bu tür, insan dışında domuz başta olmak üzere kedi, köpek, ve ratlarda da parazitlenir. Ülkemizde görülmektedir. Baş kısmı yuvarlak olup taraksızdır. Göz kılı gözün altından çıkar. Erkekleri 2-2,5 mm, dişileri ise 3-4 mm dir. Yaşam döngüsünü yaklaşık bir ayda tamamlar. Bir dişi hayatı boyunca 400 yumurta yapabilir. İnsana veba etkenini bulaştırır. Ayrıca *D. caninum'*a ara konaklık yapabilir. Bazen pire ısırığı dermatitisine sebep olur.

3. Soy: *Spilopsyllus*

Tür: *Spilopsyllus cuniculi*

Tavşan piresidir. Ülkemizde görülmektedir. Genal ve pronotal tarakları vardır. Genal tarak 4-6 diken taşır ve eğik bir duruş gösterir. Erişkinleri koyu kahverenklidir. Dişiler ortalama 1 mm boyda olup erkekler biraz daha küçüktür. Gözleri vardır. Tavşanların kulaklarında bulunur ve ağız organelleriyle konağa tutunup diğer pire türlerinden daha uzun bir süre bu pozisyonda kalırlar. Bu pirenin üremesi konağın kanındaki hormonların kontrolü altında olur. Tavşanın kanında progesteronun varlığı pirenin

olgun hale gelmesini durdurur veya geciktirir. Tavşanın kanındaki östrojen ve kortikosteroid hormonlarının artışı ise dişi pirenin yumurta üretimini uyarır. Tavşan piresi olan *Spilopsyllus cuniculi* tavşanların Myxomatosis virusunun vektörlüğünü yapar. Ayrıca kamçılı protozoonlardan patojen kabul edilmeyen *Trypanosoma nabiasi*'yi de bulaştırabilir. Tavşan piresi özellikle av köpeklerinde ve tavşanın yaşadığı yerlerde bulunan köpek ve kedilerde de bulunabilir.



Resim 3. *Pulex irritans* erkek (orijinal)

4. *Soy: Echidnophaga*

Bu soy Avrasya, Afrika ve Avustralya'ya kadar yayılmıştır ve 20 türü barındırır. Konakları genel olarak rodentler, kanguru gibi keseli hayvanlar, kanatlılar, karnivorlar ve Afrika yaban domuzudur. Kozmopolit ve veteriner hekimlik yönünden önemli türü *Echicnophaga gallinacea*'dır.

Tür: *Echidnophaga gallinacea*: Tropikal ve subtropikal bölgelerde bulunur ve tünel açan pireler olarak bilinir. Ülkemizde varlığı bildirilmiştir. Küçük pireler olup dişileri 2 mm, erkekleri ise 1 mm'den daha kısadır. Başın ön tarafı keskin biçimde köşelidir. Genal ve pronatal tarakları yoktur . Kümes hayvanları ve diğer evcil kuşların parazitidir. Ayrıca köpek, kedi, kemirgen, at ve insandan da kan emebilir. Kanatlılarda baş bölgesinde (göz çevresi, sakal ve ibik üzerinde), köpeklerde ise kılların kısa ve zayıf olduğu karın, skrotum, parmak arası, göz çevresi ve kulak kepçesi derisine yerleşir.

Dişi pire beslendiği yerde 2-6 hafta kadar tutulu kalır ve burada çiftleşir. Bu durum bölgede şişme ve ülserasyon oluşturur. Ortalama 6-10 gün içinde yumurtlamaya başlar. Günde 1-4 yumurta yapar. Bu yumurtalar ya ülserli bölgede kalıp gelişmeye devam eder ya da düşerek diğer pireler gibi yerde gelişir. Kümesteki larvalar tavuk gübresinde beslenir ve 14-31 gün sonra pupa dönemine geçer. Dokudaki larvalar deri içinde tünel açarak dışarı çıkmaya çalışırken dokuları irrite edip yaralara ve sekonder bakteriyel enfeksiyonlara sebep olur. Pupa dönemi 9-19 gün sürer. Yaşam siklusunu ise 30-60 günde tamamlar. Pupadan çıkan genç erişkinler 5-8 gün içinde bir konak bulmak zorundadır.

Kanatlılarda göze yakın yere tutunan pireler körlüğe sebep olabilir. Baş bölgesindeki ağır enfestasyonlarda (bir hayvanda en az 100 pire) hayvanlar kaşınarak kendilerini yaralar. Bunun sonucunda yem tüketiminde azalmaya bağlı olarak kilo kaybı ve yumurta veriminde düşme gözlenir. Genç hayvanlarda ciddi enfestasyonlar anemi ve beslenme yetersizliğine bağlı olarak ölümle sonuçlanabilir. Bu pireler murin tifüs ve veba hastalığı etkenlerinin potansiyel vektörüdür. Ancak dişi pireler yaşamlarını tek konakta geçirdikleri için önemli bir vektör olarak görülmemektedir.

5. Soy*: Xenopsylla*

Bu soy, eski dünyanın tropik ve subtropik bölgelerinde yaygın olarak bulunan 77 tür içerir. Konakları ratlardır. Veteriner hekimlik yönünden önemli tek tür *Xenopsylla cheopis*'dir.

Tür: *Xenopsylla cheopis*

Doğu veya tropikal rat (sıçan) piresi olarak bilinir. Ülkemizde varlığı bildirilmiştir. Ratların parazitidir ancak fare, diğer kemiriciler ve insandan da kan emebilir. Genal ve pronotal taraklarının bulunmamasıyla *Pulex irritans*'a benzer. Vücut açık sarı renklidir. Baş bölgesi ön uçta yuvarlağımsıdır. Gözleri vardır, ancak çok parlak ışıkta görebilir. Göz kılı (oküler seta) gözün önünden çıkar.

Yaşam siklusunu yaklaşık 3 haftada tamamlar. Erişkinler kan emmeden 38 gün, uygun konak bulurlarsa 100 günden fazla yaşayabilirler. Veba etkeni *Yersinia pestis*'in vektörü olması yönünden önemlidir. Etkeni konak üzerinde beslenirken alır. Basil, pirenin midesinde çoğalır, proventrikulusta bekler. Endemik bir bölgede aç pire kan emmek için konaklar arasında dolaşırken etkeni rodentlerden insana bulaştırabilir. İnsanlara fare tifusunu nakleder. Ayrıca Helmintlerden *Hymenolepis diminuta ve H. nana*'ya arakonaklık yapar.

6. Soy: *Archaeopsylla*

Tür: *Archaeopsylla erinacei*

Avrupa ve Kuzey Amerika'da yaygındır, ülkemizde de varlığı bildirilmiştir. Bu tür kirpilerde parazitlenir. Ancak temas yoluyla kedi ve köpeğe de geçebilir. 2-3,5 mm boyundadır. Genal tarakta 1-3 arası kısa diken bulunurken pronotal tarakta sadece bir kısa diken bulunur. *Ctenocephalides canis* ve *C. felis* enfestasyonlarındakine benzer şekilde ağır enfestasyon durumlarında köpeklerde pire ısırığına bağlı alerji gelişebilir.

Aile : Ceratophyllidae

1. Soy: *Ceratophyllus*

Bu soy, dünyanın kuzey kıtaları boyunca geniş yayılım gösterir ve 62 türü kapsar. Konakları öncelikle sincaplar ve diğer rodentlerdir. Bu soy altında veteriner hekimlik yönünden önemli iki tür *Ceratophyllus niger C. gallinae'*dir. Bunlar kuşlardan ve özellikle kümes hayvanlarından kan emer. Genal tarağı yoktur. Gözleri vardır.

Tür: *Ceratophyllus niger*

Batı tavuk piresidir. Amerika'nın batısı ile Kanada ve Alaska'da yaygındır. Vücut uzunca ve 4 mm boyundadır. *Echidnophaga gallinacea*'dan daha büyüktür. Yaşam siklusu diğer pirelerdeki gibidir. Erişkin ve larva formları kümes altlıklarında bulunur ve orada gelişir. Bu pire esas olarak kümes hayvanlarının piresi olmasına rağmen ara sıra rat, kedi, köpek ve insana da saldırabilir.

Tür: *Ceratophyllus gallinae*

Avrupa tavuk piresi olarak bilinir. Ülkemizde varlığı bildirilmiştir. Kümes hayvanlarının en yaygın piresidir. Aynı zamanda 75'den fazla yabani kuş türünde ve bazı memelilerde görülebildiği bildirilmiştir. Genel olarak eski dünya ülkelerinde yaygın olmasına karşılık Kanada'nın güneydoğusu ve kuzeydoğu Amerika'da da bulunmuştur. Erişkinleri 2-2,5 mm boyundadır. Konak üzerinde uzun süre kalmaz kan emdikten sonraki zamanını kuş yuvalarında geçirir.

Konaklarında irritasyon, huzursuzluk ve ağır enfestasyonlarda anemiye sebep olabilir. Evcil tavuklarda pire aktivitesi yıl boyunca devam eder. Erişkin *C. gallinae* insan ve evcil kedi, köpekten de kan emebilir.

2. Soy: *Nosopsyllus*

Bu soy yaklaşık 50 tür içerir. Bunların içinde veteriner hekimlik yönünden önemli ve kozmopolit yayılım gösteren türü *Nosopsyllus fasciatus'*tur.

Tür: *Nosopsyllus fasciatus*

Kuzey rat piresi olarak isimlendirilen bu pire türü Avrupa'da yaygın olarak bulunmasına rağmen dünyanın ılıman iklim bölgelerine de taşınmıştır. Ülkemizde varlığı bildirilmiştir. Pronotal tarak var, genal tarak yoktur. Gözleri var ve altında üç adet kıl bulunur. Vücut uzunca olup 3-4 mm'dir.

Esas konağı Norveç ratı (*Rattus norvegicus*) dır, ancak ev faresi ve Amerikan yer sincabından da kan emer. Beslenmek için insana da saldırabilir ve *Hymenolepis diminuta*'nın arakonağı olarak bilinir.

Aile: Leptopsyllidae

1. Soy: *Leptopsyllus*

Tür: *Leptopsyllus segnis*

Avrupa fare piresi olarak bilinir. Genel olarak ev fareleri (Mus musculus) ve ratlarda yaygın olarak bulunur. Kedi ve köpeklere geçebilir. İnsanlardan da kan emebilir. Erişkinleri 1-2 mm boyda olup genal tarağında 4 kör dikenin olmasıyla ve gözlerin bulunmamasıyla diğer pirelerden kolayca ayrılır. Ülkemizde varlığı bildirilmiştir. Avrupa'da ve Amerika'nın doğu ve batı kıyıları boyunca bulunur. İnsanlardan nadiren kan emdiği için veba hastalığının naklindeki rolü önemsizdir.

Aile: Tungidae

1. Soy: *Tunga*: Bu soyda *Tunga penetrans* türü insan hekimliği yönünden önemlidir.

Tür: *Tunga penetrans* (chigoe-jigger)

Memelilerde tünel açan pireler olarak bilinir. İnsanlarda parazitlenir, nadiren domuzlarda da görülür. İnsan etine gömülen pire, kum piresi gibi isimler alır. Bu pire orta ve güney Amerika ile batı Hint adalarına has pire olarak bilinse de daha sonra tüm tropikal Afrika'ya ve Hindistan'a kadar yayılmıştır. Avrupa'da görülmez. Aç dişi 1mm boyunda iken kan emip doyunca 7 mm 'ye kadar büyüyebilir. Erkekler küçük olup yaklaşık 0.5 mm boyundadır. Baş bölgesinde tarakları yoktur. Toraks kısadır, vücut kırmızımsı-kahverengidir.

Döllenmiş dişi pire ağız organelleri ile konak derisini deler. Buradan içeri doğru tünel açarak baş ve vücudunu son iki abdomen seğmenti dışarıda kalacak şekilde sokar. Dişi pire özellikle el ve ayak parmaklarının tırnak diplerinden, parmak aralarından içeri girer. Deride meydana gelen proliferasyon sonucu doku şişer ve pire içinde gömülü kalır. Derideki

küçük bir açıklık sayesinde dışarısı ile bağlantı kurar. Erkek pire ise deriden içeri girmez. Döllenmiş dişi pire derideki açıklığa 200 den fazla yumurta bırakır. Larvalar bu açıklıktan çıkarak yere düşer. Pupa dönemini diğer pire türleri gibi yerde geçirir. Tüm yaşam siklusunu yaklaşık 17 günde tamamlar.

İnsanlarda bu pireler kan emip doyunca şiştikleri için (yaklaşık bir bezelye tanesi kadar) bulundukları bölgede şiddetli ağrı, yangı ve ülserlere neden olurlar. Sekonder enfeksiyonlar tetanoz ve gangrenle sonuçlanabilir. Hafif enfestasyonlarda lokal irritasyon ve kaşıntı başlıca semptomlardır.

Güney Amerika'da domuzlarda görülen bir pire türüdür. Ayak ve scrotum bölgesine yerleşir. Enfeksiyonu iyi tolere eden hayvanlarda herhangi bir bulguya rastlanmayabilir. Yavru domuzlarda ölüme sebep olabildiği kaydedilmiştir (13, 14).

1.4. Toplama, saklama ve preparasyon yöntemleri

Hayvanların üzerinde erişkin pirelerin görülmesiyle yapılır. Hızlı hareket ettikleri için yakalamak amacıyla konak vücuduna sprey şeklinde insektisit püskürtülür. Hayvanın kılları sık dişli bir tarakla taranarak ölen veya bayılan pireler toplanır. Ayrıca bu amaçla yapışkanlı selofan bantlar da kullanılabilir.

Bir başka yol da elektrik süpürgesi kullanımıdır. Süpürgenin bağlantı boruları arasına pirelerin geçmemesi için sargı bezi gibi bir filtre geçirilir. Makine çalıştırılır, pire bulunma ihtimali olan hayvanın tüyleri üzerinde veya çevrede gezdirilir; etkenler süzgeci geçemedikleri için yakalanır (13, 14).

Konağın yaşam alanında ise pirenin yumurta, larva ve pupaları aranır. Ayrıca konak üzerinde veya çevrede pire dışkılarına rastlanması önemli bir bulgudur. Bu dışkılar koyu kahverengi-siyah, kangal biçiminde döküntülerdir. İçeriğinde kan bulunduğundan nemli bir bez veya kağıt mendil içinde ovalanırsa kırmızı renk çıkardığı görülür (5, 14).

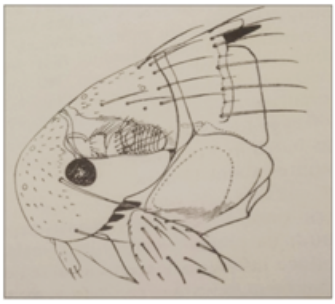
Toplanan pireler %70'lik ethanol (etil alkolde) saklanır. Kalıcı preparat hazırlanana kadar bu şekilde yumuşak ve esnek halde bekletilebilir. Saklama solüsyonu olarak metil alkol, isopropil alkol, veya daha yüksek konsantrasyondaki etil alkol kullanılmamalıdır. Çünkü bu tip solüsyonlar örneklerin kırılgan hale gelmesine sebep olur. Bu durum kalıcı preparat hazırlarken istenmeyen bir durumdur. Toplanan örnekler uzun süre saklanacaksa % 70'lık alkol içine bir damla gliserin eklenebilir. Saklama solüsyonu olarak asla formaldehit kullanılmamalıdır.

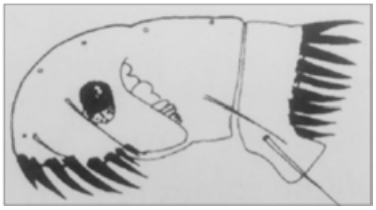
Şeffaflandırma işleminde pireler içinde %10'luk KOH bulunan petri kutusuna transfer edilir. Pire sağ tarafından birinci ve ikinci abdomen segmentleri arasından ince uçlu bir iğne ile delinir. Bu solüsyonda 24 saat bekletilir. Küçük ve açık renkli pireler için bu süre daha kısa olurken büyük ve koyu renkli pirelerde veya çok kan emmiş pirelerde daha uzunsüre gerekebilir. Şeffaflanan pireler birkaç dakika distile suda bekletilir. Bu sırada pirenin içinde birikmiş sıvılaşan dokuların dışarı çıkması için bir pens veya spatulayla basınç uygulanır. Temizlenen pireler her birinde 30'ar dakika kalacak şekilde alkol serilerinden (%70, %80,%95,%100'luk alkol) geçirilir. On dakika ksilol'de tutulur ve kanada balsamı ile monte edilir.

Hazırlanan kalıcı preparatlar kuruması için 37-41 dereceye ayarlı etüvde 4-6 saat bekletilir (3, 6)

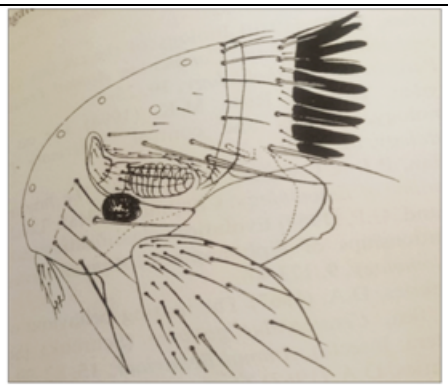
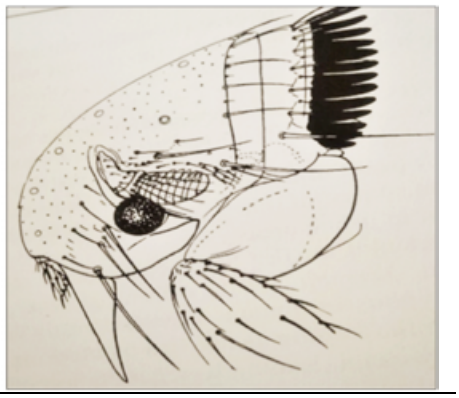
1.5. Tür tayin Yöntemleri

Veteriner ve halk sağlığı açısından önemli Pire türlerinin baş yapılarına göre ayırım anahtarı aşağıda sunulmuştur (14, 15).

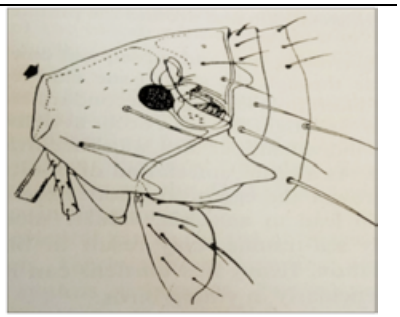
1. Genal Ctenidium=comb (Ön Tarak) ve Pronotal Ctedinium (arka tarak) var		
A). Göz yoktur. Genal comb'da dört kör diken vardır. Erişkinleri 1-2 mm boydadır.	***Leptopsylla segnis*** (Avrupa fare piresi)	
B). Göz var, ön ve arka tarakları vardır. Genal comb(ön tarak) da üç kısa eğik diken, Pronotal comb 'da tek bir diken vardır.	***Archaeopsylla erinacei*** (kirpi piresi)	

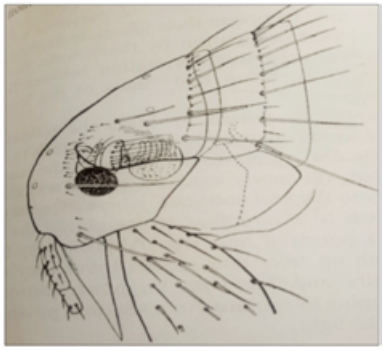
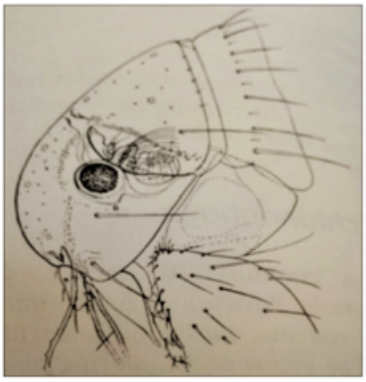
C). Gözleri var, Başın ön kısmında yer alır. Ön ve arka tarakları vardır. Genal comb (ön tarak) da 4-6 adet eğik duran kör diken bulunur. Erişkinleri koyu kahverenktedir.	***Spilopsyllus cuniculi*** (tavşan piresi)	
D). Göz var, genal comb (ön tarak) daki dikenler yatay durur. Başın ön tarafı yuvarlak sonlanır. Genal comb (Ön tarak) da 7-8 diken vardır. Birinci diken ikinciden kısadır. Arka tarakta 16 diken bulunur.	***Ctenocephalides canis*** (köpek piresi)	
E). Göz var, genal comb (ön tarak) daki dikenler yatay durur. Başın ön tarafı uzayarak sivri sonlanır. Ön tarakta 7-8 diken var. Birinci ve 2. Dikenler aynı boydadır. Arka tarakta 16 diken bulunur.	***Ctenocephalides felis*** (kedi piresi)	

2. Sadece Pronotal comb= Pronotal Ctedinium veya (arka tarak) var.

A). Ön tarak yok. Arka tarakta 18-20 diken var. Gözün altında üç adet oküler setae bulunur. Bunların önünde dişide 2, erkekte 4 diken daha vardır	***Nosopsyllus fasciatus*** (Avrupa rat piresi)	
B). Ön tarak yok. Arka tarakta 24'den fazla diken var. Gözün altında üç adet oküler setae bulunur Kanatlılarda parazitlenir	***Ceratophyllus spp.***	

3. Genal ve pronotal comb= ctenidium (ön ve arka tarak) her ikisi de yok

A). Başın ön kısmı keskin açı yapar. Göz vardır. Toraks segmentleri büzülmüş (daralmış) gibi görünür. Başın arka kısmında yer alan anten iki setalıdır. Genellikle kanatlılarda bulunur. Kedi, köpek, tavşan ve insandan da beslenir	***Echidnophaga gallinacea***	

B). Başın ön kısmı yuvarlak sonlanır. Gözleri vardır. Oküler seta gözün hemen önündedir Mesopleuron çubuk benzeri bir kalınlaşma ile bölünmüştür. Başın arka kısmında bir sıra halinde dizilmiş kıllar vardır. Sarı renkte pirelerdir.	***Xenopsylla cheopis*** (Doğu rat piresi)	
C). Başın ön kısmı yuvarlak sonlanır. Gözleri vardır. Oküler seta gözün altındadır Mesopleuronda bölünme yoktur. Başın arka kısmında bir sıra halinde dizilmiş kıllar yoktur. Domuz, porsuk ve insanda parazitlenir.	***Pulex irritans*** (insan piresi)	

1.6. Ülkemizde bulunan türler ve dağılımı

Türkiye'de bugüne kadar bulunduğu bildirilen türlerden bazıları şunlardır .

Pulex irritans, Echidnophaga gallinacea, E. murina, Archaeopsyllus erinacei erinacei, Ctenocephalides felis felis, Ctenopephalides canis, Nycteridopsylla pentactena, Nycteridopsylla unipectinata, Ischnopsyllus elongatus, Rhinolophopsylla talpae talpae, Hystrichopsylla talpae orientalis, Stenoponia tripectinata tripectinata,Ctenocephalides erinacei, Spilopsyllus cuniculi, Xenopsylla cheopis, Xenopsylla astia, Synosternus pallidus, Chaetopsylla trichosa trichosa, Neopsylla setosa spinea, N. fasciatus, Ceratophyllus gallinae, C. herundinis, Leptopsylla segnis, Chaeropsylla globiceps'in varlığı bildirilmiştir (8) .

1.7. Pirelerin vektörlük açısından önemi

Pireler ılıman iklime sahip bölgelerde yoğunlaşmıştır. Yaklaşık 20 türü insanlarda parazitlenmektedir. Geçmişte *Pulex irritrans* insanlarda ciddi rahatsızlıklara sebep olurken bu günkü endüstrileşmiş toplumlarda nadiren sorun oluşturmaktadır. Bu arada kedi piresi olarak bilinen *Ctenocephalides felis* aslen kuzey Amerika ve Ortadoğu'da sınırlanmışken bugün *P.irritans*'ın yerini almakta olup Avrupa ve Kuzey Amerika'da evlerde ektoparazit olarak sıkıntıya yol açmaktadır. Pirelerin hastalık taşıma riskine sahip olduğu söylendiğinden bu yana pirelere vurulan bu damga nedeniyle, insanlar pirelerin verdiği fiziksel zarardan çok bu özelliğinden etkilenmektedir. Ağır pire enfestasyonları genellikle zayıf kondisyondaki hayvanlarda gözlenir. Bu da hayvanların durumunu daha da kötüleştirebilir.

Konaklarda pire ısırığına karşı hassasiyetin derecesi farklı olabilir. Örneğin kedi ve köpek pireleri (*Ctenocephalides felis ve C. canis)* hassas konaklarda ıslak dermatitis ve kaşıntı ile seyreden ciddi reaksiyonlara sebep olabilir. Bu alanlarda sekonder enfeksiyonlar da gelişebilir. Hayvanlarda reaksiyon görülen bölgelerin aşırı kaşınma arzusuna bağlı olarak tüylerde dökülme ve azalmayla karakterize alopesi durumları gözlenebilir. Erişkin pireler konağın üzerinde tüyler arasında kolayca hareket edebildiği gibi *Tungidae* ve *Vermipsyllidae* ailelerindekiler konak reaksiyonuna bağlı olarak deride gömülü olarak yaşar. Tünel açarak şişliklere sebep olur ve uzun süre bu şişliklerde bulunur. Özellikle ayak parmaklarının tırnak altlarında tünel açar. Ağır enfestasyon sonucu sakatlanma, vücudun ölmüş pireye verdiği reaksiyon sonucu sekonder enfeksiyonlarda ülser görülebilir. *Echidnophaga gallinacea* tropik ve subtropik bölgelerde kanatlılarda görülen bir pire türüdür. Bu tür ile enfeste olan genç kanatlılarda ölüm görülürken daha yaşlılarda anemi, yumurta veriminde azalma veya tamamen durma görülebilir.

Pirelerin aynı zamanda hastalık bulaştırma rolleri de vardır. Bunlardan en ünlüsü kara ölüm olarak bilinen 14. yüzyılda Avrupa nüfusunun dörtte birinin (25 milyon kişi) ölümüne neden olan veba salgınını bulaştırmada rol almıştır. Vebaya *Yersinia pestis* adı verilen bir bakteri sebep olur ve zoonotik bir hastalıktır. Rodentler ve onların pireleri arasında devam eden bir siklusu vardır. İnsanlar bu siklusa efekte evcil veya yarı evcil rodentler (siyah, kahverengi ratlar) öldüğü zaman dahil olur. Bu pireler ölmüş rodenti terk eder diğer konağa (insan) geçer. Bakteri enfekte pirenin bağırsağını yerleşir pire kan emerek beslenirken açtığı dedikten içeri etkini kusar. İnsanlara bu hastalığı bulaştıran türleri *Xenopsylla cheopis* (tropik, subtropik bölgelerin kentsel kesiminde) ve *X. brasiliensis* (Afrika ve hindistan'ın kırsal kesiminde) dir. Hastalığın Pneumonik formu herhangi bir vektör olmadan doğrudan (direk olarak) bulaşır.

Diğer bir bakteri olan *Francisella tularensis* yine pirelerle nakledilen ve memelilerde *Tularemia* adıyla bilinen hastalığa sebep olur. Bu bakteri sığır,at, koyun gibi evcil hayvanlar da görülür ve hastalık ciddi seyreder. Tavşan, rodentler ve kuşları da içeren birçok yabani hayvan rezervuarlık yapar. Rodent popülasyonu bakterinin doğadaki en büyük rezervuarı olup pire ve bitler ile bulaşır. Bakteri, insana açık yaradan da bulaşabilir. Bunun dışında mekanik bulaşmada söz konusudur ve insektlerle özellikle *Tabanid* sineklerle de bulaşma olabildiği bildirilmiştir. Tularemi etkeni aynı zamanda solunum yoluyla ve kontamine su ve gıdalar ile de bulaşabilir.

Pireler aynı zamanda *Murine typhus* etkeni olan *Rickettsia typhi (mooseri)*'yi de bulaştırır. Bu hastalık dünya üzerinde yabani rodentlerde hafif enfeksiyonlara neden olurken bu hastalıktan etkilenen insan popülasyonunda belirgin ölümlerin sebep olur. Etken yabani rodentler arasında pire, bit ve diğer akarlar ile bulaşır. Veba gibi insan enfeksiyonları evcil veya yarı evcil ratların enfeksiyonu ile ilişkilidir. En önemli vektörü *X. cheopis* tir. Ancak diğer pirelerde vektör olabilir. Etken olan *Rickettsia,* ya pirenin dışkısıyla veya konak üzerinde pirenin ezilmesi sonucu ortaya çıkar. Bütünlüğü bozulmuş deriden (derideki yara, çatlak vs.) , mukozalardan içeri girer ya da solunum yoluyla konak tarafından alınır. Etken pire dışkısında uzun süre canlı kalabilir .

Salmonella enteriditis; rat salmonellozu etkenidir. Pire dışkısı veya pire ısırığı ile bulaşır. *Myxomotosis* virüsü tavşanlara mekanik olarak sivrisinekler tarafından bulaştırılmasına rağmen İngiliz Adaları'nda tavşan piresi olarak bilinen S*pilopsyllus cuniculi* en büyük vektördür ve o bölge için sivrisineklerden daha etkili bir vektördür.

Pireler aynı zamanda bazı helmintlere arakonaklık yapar. Örneğin *Ctenocephalides canis* ve *C. felis* kedi ve köpeklerin en yaygın cestodu olan *dipylidium caninum*'un arakonağıdır. Sestodun yumurtaları pire larvaları tarafından sindirilir ve parazitin cysticercoid formu erişkin pirenin hemoselinde gelişir. Memeliler tarafından enfekte pirenin yenmesiyle alınır. Bu cestod aynı zamanda çocuklarda da seyrekte olsa görülür. Enfekte pirenin yanlışlıkla yutulmasıyla vücuda girer.

Rodentlerde ve insanlarda görülen cestodlardan *Hymenolepis dimunita* ve *H. nana* da arakonak olarak pireleri kullanır. Köpeklerin filarial nematodlarından *Dipetalonema reconditum*'da pireler ile bulaşır. Pireler birçok bakteriyal, riketsiyal ve viral hastalıkların taşınmasında rol oynar (7, 10) .

Tablo 1. Önemli pire türleri, konakları ve naklettikleri hastalık etkenleri (13)

Pire Türü	**Konak***	**Naklettiği Hastalık Etkeni**
Ctenocephalides felis felis	kedi, köpek, insan, fare, rat, primat, maymun	*Dipylidium caninum*(a.k.) *Hymenolepis nana, H.dimunata* (a.k.) *Dipetalonema (Acanthocheilonema) reconditum* (vek) *Yersinia (Pasturella) pestis* (vek) veba, *Rickettsia typhi mooseri* (vek) murin tifüs *Bartonella henselae* (kedi tırmığı h.)
Ctenocephalides canis	köpek, kedi, insan	*Dipylidium caninum, H.nana* (a.k.), *Dipetalonema* (*Acanthocheilonema) reconditum* (vek) *Yersinia pestis* (vek) veba
Pulex irritans	İnsan, köpek, kedi, domuz, rat	*Dipylidium caninum, H.nana* (a.k.), *Dipetalonema (Acanthocheilonema) reconditum* (vek.) *Yersinia pestis* (vek.) veba *Rickettsia typhi (mooseri*) (vek.) murin tifüs
Tunga penetrans	İnsan, domuz, babon	
Xenopsilla cheopis	Rat (*Rattus norvegicus, R.rattus*), fare (*Mus musculus*), diğer kemiriciler	*H.dimunata, H.nana* (a.k.) *Yersinia pestis* (vek.) veba, *Rickettsia typhi (mooseri*) (vek.) murin tifüs *Haemobartonella muris* (vek.)
Leptopysilla segnis	Fare, rat	*Rickettsia typhi (mooseri*) (vek.) murin tifüs
Ceratophyllus (Nosopsyllus) fasciatus	Rat, fare	*H.dimunata* (a.k.); *Yersinia pestis* (vek.) veba; *Rickettsia typhi (mooseri)* (vek.) murin tifüs; *Trypanosoma lewisi*
Ceratophyllus gallinae	Tavuk, kümes hayvanları, insan, pet hayvanları	
Ceratophyllus columbae	Güvercin	
Ceratophyllus garei	Ördek, su kuşları	
Echidnophaga gallinacea	Tavuk, güvercin, ördek, kemirgen, köpek, kedi, at, insan	*Rickettsia typhi* (mooseri)(vek.) murin tifüs *Yersinia pestis*(vek.) veba *Salmonella tyhpimurium*
Spillopsyllus cuniculi	Tavşan	Tavşan mxyomatozis virüsü (vek.) *Trypanosoma cuniculi* *Trypanosoma nabiasi*

*En çok görülenden aza doğru sıralanmıştır. **a.k.**: arakonak, **vek.**: vektör

Pirelerin sebep olduğu diğer zararları beş başlık altında inceleyebiliriz.

1. İrkiltici etkileri: Kan emmek için konağa gelen pire uygun bir kapillar damar bulana kadar birkaç deneme ısırığı gerçekleştirir. Bu ısırıklar deride irritasyona, kaşıntıya ve o bölgeye geçici bir lenfosit infiltrasyonuna sebep olur. Alerjik reaksiyonlarla ilgili olarak hayvan türlerinde farklılıklar olsa da bu lokal reaksiyonlar bütün konaklarda prensip olarak aynıdır. Bu nedenle pirelerle enfeste hayvanların huzursuz oldukları (stres faktörü), kondüsyon kaybı gösterdikleri, zayıfladıkları, kendilerini ısırmaları ve kaşıntı sebebiyle vücut yüzeyinde deri bütünlüğü ve kıl yapısının bozulduğu görülür.

2. Hastalık nakletmeleri: ara konaklık ve vektörlük konusunda anlatılmıştır.

3. Sömürücü Etkileri: Çok fazla kan emmeseler de (bir pire günde aşağı yukarı 0.3 mm^3 kan emer) ağır enfestasyonlarda özellikle kedi, köpek yavrularında ve kanatlılarda demir eksikliği anemisine sebep olur hatta ölüm görülebilir. Bir pire konağına tutunduğunda 3-5 saat kan emmektedir. Bu esnada konakta yaptığı rahatsızlık sonucu orada uzun süre kalamaz, konağın hareketi ve kaşınma refleksiyle uzaklaşıp başka bir yerden tekrar sokar; dolayısıyla konak üzerinde çok delik açar. Buralarda sızıntılar oluşur ve sindirebileceğinden fazla kan emer, sindirilmemiş fazla kanı dışkısıyla çıkarır (13, 14).

4. Allerjik reaksiyonlara yol açmaları: Küçük hayvanların dermatolojik problemlerinde diğer sebeplerin yanı sıra pireyle ilgili dermatitis olaylarına daha sık rastlanmaktadır. Bazı yazarlar pire ısırığı dermatitisi ile pire ısırığı aşırı duyarlılık durumlarının her ikisini de pire alerjik dermatitisi olarak tanımlarken diğer bazı yazarlar bunların klinik bulguları arasında farklılık olduğunu kabul etmektedir. Bu ikinci görüş daha çok kabul görmektedir.

Pire ısırığı dermatitisi: Pire ısırdıktan sonra o bölgeye antikoagulant özellikli tükürüğünü vermektedir. Bu tükürük antijenik özellikte olup ısırık yerinde ağır bir iritasyona, yangıya ve kızarıklığa neden olmaktadır. Pirenin ısırdığı bölgede kırmızı nokta şeklinde bir delik ve onu çevreleyen kırmızı halka şeklinde bir kabarcık görülür. Bu papul (kabarcık) pustüllü veya kabuklu olabilir. Konağın kendini ısırma ve sürekli kaşıma iç güdüsü sonucu deride nemli, purulent dermatitis gelişir. Kronik durumda ise deride kalınlaşma ve hiperpigmentasyon gözlenir. Yoğun enfestasyonlarda anemi gelişebilir. Sık sık pire ile enfeste olma olaylarında ciddi deri

irritasyonu ve buna bağlı olarak sekonder bakteriyel etkenlerin karıştığı dermatozlara sebep olabilir.

Pire ısırığı dermatitisinde ana bulgu kaşıntıdır. Her yaş ve ırktaki kedi ve köpeklerde görülebilir. Pirenin varlığı ve kan emme olayı konakta bir stress durumu yaratır ve hayvanda klinik olarak kaşıntı, tüylerde dökülme, deride kabuklanma görülür. Konakta erişkin pirenin ısırması sonucu iğne batması şeklinde kanama odaklarının görülmesi de bir kanıttır. Bu lezyonlara yaygın olarak kuyruk kaidesi ve bel omurları boyunca rastlanır.

Köpek ve kedilerde pire alerjik dermatiti (FAD=flea allergy dermatitis): Pire ısırığının sebep olduğu, aşırı duyarlılık reaksiyonu sonucunda oluşan bir deri hastalığıdır. Köpek ve kedilerde çok sık görülür. Tükürük salgısındaki antijenik materyallerin kan emme sırasında konağa enjekte edilmesinden kaynaklanır. Çabuk ve gecikmiş tip aşırı duyarlılık sonucu gelişir.

Kedilerde klinik olarak miliyer dermatitis ve simetrik kıl dökülmesi şeklinde ortaya çıkar. Miliyer dermatit olgularında kedinin boyun, kulak çevresinde, karın bölgesinde, kuyruk ve arka bacakların iç bölgesinde küçük darı tanesi büyüklüğünde kabarcıklar ele gelir. Ayrıca eozinofilik plaklar veya ülserler, karın bölgesinde yoğun kıl dökülmesi, kepeklenme, lumbosakral bölgede kıl dökülmesi, tüm vücutta kaşıntı diğer klinik bulgulardır.

Köpeklerde başlıca lezyonlar tek tek dağınık kabuklu papuller şeklindedir. Bu lezyonlar lumbosakral bölgede, karın, boyun ve arka bacakların iç yüzünde yer alır. Deride yoğun kaşıntı ve kızarıklık görülür. Pire ısırığını takiben beş günden fazla süren ısrarcı bir kaşıntı şeklinde devam eder. Hayvan tırnaklarıyla veya kendisini sağa sola sürterek kaşımaya çalışırken kendini yaralama, tüylerde dökülme ve sekonder enfeksiyonlar gelişebilir. İrritasyonun yoğunluğu bireyden bireye değişmekle birlikte huzursuzluk, sinirlilik, kilo kaybı diğer semptomlar arasındadır.

Pire alerjik dermatitisi ılıman iklime sahip bölgelerde en çok yaz aylarında görülmesine rağmen sıcak iklime sahip bölgelerde pire enfestasyonu yıl boyunca devam edebilir ve pire alerjik dermatitis olayları da bu bölgelerde mevsimsel bir problem olmaktan çıkabilir.

Pire ısırığına bağlı aşırı duyarlılık durumu sadece kedi, köpeklerin değil aynı zamanda insanların da papüler ürtiker hastalığının sebepleri arasında yer alır.

Pire Alerjik Dermatitis'inin İmmuno-Patogenezisi

Bir ektoparazit ile konağı arasındaki ilişki dört temel reaksiyon şeklinde gelişir. Pirelere karşı da bu durum söz konusudur.

Bu reaksiyonlar: histaminik reaksiyonlar, enzimatik reaksiyonlar, aşırı duyarlılık veya alerjik reaksiyonlar ve bağışıklık ve duyarsızlık olarak sıralanabilir.

Histamin ve histamin benzeri bileşikler, tüm artropodların tükürük ve diğer salgılarının bileşenlerinde bulunur. Ektoparazitin kan emmek için deriyi deldiği yerde birkaç dakika içinde kabarcık şeklinde histaminik bir reaksiyon gelişir. Bu bütün hayvanlarda pire ısırığına karşı gelişen ilk reaksiyondur. Ancak sürekli bir reaksiyon sadece hipersensitif (aşırı duyarlı) veya immunitesi tam olan bireylerde görülür.

Enzimatik reaksiyon ise parazitin sekresyonları ile alakalıdır. Bu sekresyonlar proteolitik, antikuagülant, sitolitik özellikte enzimlerdir. Konak dokularının sindirip eritilmesi vücutta yabancı maddelerin oluşması olarak algılanır ve dokularda lokal yangısal reaksiyonlarla sonuçlanır. Bu enzimler aynı zamanda konak tarafından antijen olarak kabul edilir ve immünolojik olarak yeterli bireylerde bunlara karşı önce bir duyarlılık daha sonra tekrarlanan enfestasyonlar sonucunda aşırı duyarlılık reaksiyonu gelişir. Bağışıklık (immunite) ve duyarsızlık durumu da pire alerjik dematitisinde ve diğer birçok paraziter enfestasyonlarda gözlenebilir.

Köpeklerde pire alerjik dematitis'inin immunopatogenezisi birçok faktöre bağlıdır. Bunlar içinde konağın alerjik hastalıklara yatkınlığı (atopy), parazite maruz kalma şekli (ara sıra veya sürekli), konağın yaşı ve üzerinde bulunan pire yükü etkili olur. Bütün köpeklerde pire ısırığına karşı alerji gelişebilir; ancak atopik (doğuştan alerjenlere karşı hassas olanlar) köpeklerde tek bir ısırık bile alerjik reaksiyonun gelişmesi için yeterli olabilir. Devamlı olarak pire enfestasyonlarına maruz kalmak hayvanları duyarsızlaştırırken, aralıklı enfestasyonlar daha şiddetli alerjik reaksiyonlara neden olur. Çoğunlukla 3-6 yaş arasında görülür; ancak çok yaşlı veya 6 aylıktan genç hayvanlarda da görülebilir. Setter, Fox terrier, Pekinez, Spaniel, Chow chow ırkı köpeklerin yatkınlığından söz edilmektedir.

Pire alerjik dermatitine duyarlı hayvanlarda genel olarak iki tip reaksiyon gelişir.

1. Humoral reaksiyon (Tip 1 çabuk tip Aşırı duyarlılık): Çok hızlı (birkaç dakika içinde) gelişir ve mast hücrelerine bağlı antijen ve Ig E antikor reaksiyonuyla oluşur. Degranülasyon sonucu ortama histamin, serotonin gibi yangı mediatörleri birikir. Akut bir reaksiyondur ve sayısız eozinofilik hücrenin varlığıyla karakterizedir.

2. Gecikmiş tip hücresel (Tip 4 Aşırı duyarlılık) reaksiyonları: Antijen ortamdaki T-lenfositleri ile reaksiyona girer ve bunlar çoğalıp göç ederek ortama lenfokinleri salar. Bunun sonucu olarak ortama monosit, lenfosit ve çok çekirdekli notrofillerin infiltrasyonu sağlanır. Bu reaksiyonlar sonucu hücrelerde parçalanma meydana gelir. Hücre içinde bulunan lizozimler ve yangısal mediatörler serbest kalır. Bu maddeler hayvanda kaşıntı ve farklı lezyonların oluşmasına sebep olur. Pire konaktan kan emmeden önce deride açtığı delikten içeri tükürük salgılar. *Ctenocephalides felis*'in tükürüğü dermal dokuları yumuşatır ve yayılabilir özelliktedir. Ayrıca tükürük antikuagülant, antijenik ve hapten özellikli maddeler içerir. Pire ısırığı aşırı duyarlılığında haptenlerin de rolü vardır. Haptenler kendileri antijenik özellik göstermezler. Ancak derideki kollajen ile birleştiğinde antijenik özellik kazanır ve Tip- 4 gecikmiş tip hücresel reaksiyonlara sebep olur.

Kedi pire alerjisinin patofizyolojisi tam olarak tarif edilmemiş olmasına rağmen köpekteki gibidir. Kedilerde şu ana kadar ancak Tip 1 Aşırı duyarlılık reaksiyonları tanımlanmıştır.

5. Travmatik etkileri: Pireler beslenmek amacıyla deriyi delerek travmaya yol açarlar. Ayrıca deride tünel açan *Tunga penetrans* ve *Echidnophaga gallinacea* türleri doku kaybına, deformasyona ve ağır travmalara neden olur (2, 9, 13).

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

2.1. Etkene yönelik mücadele

2.1.1. Erişkin Mücadelesi

Öncelikli hedef konak üzerinde bulunan erişkin pireleri yok ekmektir; bunun için insektisidler tablet, enjeksiyon, toz, sprey, şampuan, spot-on ve banyo şeklinde uygulanabilir. Bu amaçla **ruminant ve köpeklerde**: amitraz, organik fosforlu ilaçlardan, malathion, koumafos, krotoksifos, triklorfon, foksim, etken maddeli ilaçlar; piretroit grubundan, permetrin, siflutrin, sipermetrin, fenvalerat, flumetrin, deltametrin; ayrıca yeni geliştirilen imidakloprid, fipronil ve selamektin etken maddeli ilaçlar kullanılabilir.

Tablo 2. Etki mekanizmalarına göre ektoparaziter mücadelede kullanılan bileşikler (14)

Grup/etki mekanizması	**Bileşikler (Etken maddeler)**
İlk bileşikler	Karbon disufit
	Rotenon
	Sülfür
Nörotoksikler	Organik klorlular
	Organik fosforlular
	Karbomatlar
	Triazepentadienler
	Phenylpyrrazoller
	Piretrinler
	Piretroidler
	Makrosiklik laktonlar
IGR	Juvenil Growth hormone/anologları
	Kitin sentezi inhibitörleri
	Triazine türevleri
Repellent	Piretrinler
Desiccant (kurutucu)	Sodyum polyborate

Köpek ve kedilerde ilaç emdirilmiş pire tasmaları (iran kedisi ve greyhound ırkı köpekler hariç) kullanılmaktadır. Fakat kediler bazı ilaçlara karşı duyarlı oldukları için köpek tasmaları kedilere takılmamalıdır. Ayrıca kedilerde toksik etki yapan imidakloprid/permetrin, piriproksifen/permetrin ve organik klorlu (lindan) ilaçlar kullanılmamalıdır. Pire enfestasyonu en çok kedi ve köpeklerde problem oluşturduğu için bu hayvanlarda kullanılan insektisitlerin etken madde, uygulama şekli ve etkilediği pirenin gelişme dönemleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Köpek ve kedilerde pire mücadelesinde kullanılan ilaçlar ve uygulama şekilleri (13). **E:** Erişkin; **Y/L:** Yumurta/Larva

Etken Madde	**Uygulama Şekli/periyot**	**Konak**		**Etkilediği dönem**	
		Kedi İlk Uygulama Yaşı/Kilo	**Köpek İlk Uygulama Yaşı/Kilo**	**E**	**Y/L**
İmidacloprid	Topikal/Ay	8 hafta	7 hafta	+	
İmidacloprid/ moxidectin	Topikal/Ay	9 hafta/ 0.9	7 hafta/ 1.3	+	
İmidacloprid/ permethrin	Topikal/Ay		7 hafta	+	
Nitenpyram	Tablet/Gün	4 hafta/ 0.9	4 hafta/ 0.9	+	+
Spinosad	Çiğneme tableti/Ay		14 hafta	+	
Fipronil/(s)-methoprene	Topikal/Ay	8 hafta	8 hafta	+	+
Fipronil	Spot-on/ Sprey/Ay	8 hafta	8 hafta	+	+
Lufenuron	Tablet/Ay	4 hafta	4 hafta		+
	Süpansiyon/Ay	6 hafta			+
	Enjektabl Subcutan/ 6Ay	6 hafta			+
Lufenuron/ Milbemycin oxime	Tablet/Ay		4 Hafta/ 0.9	+	+
Metaflumizone	Spot- on/Ay	8 hafta		+	+
Metaflumizone/ Amitraz	Spot- on/Ay		8 hafta	+	+
Permethrin	Topikal/Ay		4 hafta	+	
Dinotefuran/ Permethrin/ Pyriproxyfen	Topikal/Ay		7 hafta	+	+
Dinotefuran/ Pyriproxyfen	Topikal/Ay	8 hafta		+	+
Permethrin/ Pyriproxyfen	Sprey/Ay		6 Ay	+	+
Selamectin	Topikal/Ay	8 hafta	6 hafta	+	+
Pyrethrins/Piperonyl butoxide/n-octyl bicyloheptene dicarboximide/di-n-propyl isocinchomeronate	Banyo	12 hafta	12 hafta	+	

Kanatlılarda, az sayıda organik fosforlu (malation), karbamatlı (karbaril) ve piretrin grubu ilaç kullanılabilir. İlaçların *Ceratophyllus'*lara karşı toz, *Echidnophaga'*lara karşı ise solusyon formunda kullanılması tercih edilir (14).

Domuzlarda, *C. felis, C. canis, P. irritans, E. gallinacea T. penetrans* türleri gözlenmiştir. Klinik bulgu olarak kaşıntı, kabuklanma, papüller ve deride zerelenme görülür. Topikal organik fosforlular (coumafos, clorfenvinfos, diazinon, dioxanthion, fenklorvos, malation, posmet, stirofos, triklorfon), piretroidler (permetrin, cyfluthrin, cypermethrin) etkilidir (14).

Tavşanlarda, *C. felis felis, S. cuniculi, P. irritans, E. gallinacea ve N. fasciatus türleri görülmüştür.* Klinik bulgu olarak kaşıntılı papuler dermatitise sebep olur. Tedavide organik fosforlu, karbamatlı ve piretroid grubu insektisidler toz, banyo ve püskürtme şeklinde uygulanabilir. Kireç-sülfür solüsyonları ve piyasada satılan pire spreyleri (içerdikleri maddelerden dolayı) toksik olduğu için bu hayvanlarda kullanılmamalıdır (13, 14).

Fare-rat gibi laboratuar hayvanlarında, temas yoluyla etkili propoksür ve flumetrin etken maddeli ilaçlar kullanılabilir (13).

Sığır ve koyun ve keçiler, çok nadir olarak etkilenir. Kedi piresi olarak bilinen *Ctenocephalides felis felis* sığırda rapor edilmiştir. Pirenin beslendiği yerlerde kaşıntılı papüler lezyonlar görülmüştür. Organik fosforlu insektisiklerin topikal uygulaması veya piretroidlerin sprey tarzında çevreye uygulanmasıyla kontrol sağlanacaktır (14).

Atlarda, pirelerle arasıra enfeste olur. Atlarda *Echidnophaga gallinacea* ve *Tunga penetrans* türlerinin atları etkilediği rapor edilmiştir. Klinik bulgu olarak kaşıntı, kabuklanma, papuller ve deride zerelenme ve sekonder alopesi (kıl dökülmesi) görülür. Pirelere karşı organik fosforlular, piretroidler ve fipronil etkili bulunmuştur. Bunun yanında enfestasyon kaynağı ile çevreninde ilaçlanması gerekir (14).

2.1.2. Pirenin diğer gelişme dönemlerine karşı mücadele

Ortamda yani hayvanın yaşadığı beslendiği yerde (hayvan türüne göre bu kümes, ağıl, ahır, ev veya kulübe mağara gibi her türlü barınak ve dış çevre vs) bulunabilecek yumurta/larva/pupa evrelerinin yok edilmesidir. Çünkü buralarda erişkin pireden çok yumurta, larva ve pupalar (%1'i erişkin, %34'ü yumurta, %57'si larva ve %8'i pupa) bulunmaktadır. Yukarıda bahsedilen insektisidlerden uygun olanları bu amaçla da kullanılabilir. Örneğin clorpirifos etil, permetrin, lamda-sihalotrin, siflutrin etken maddeli

kimyasallar pirelerin gelişme periyodu (14-30 gün arayla) göz önüne alınarak ortama uygulanabilir.

IGR (Insect Growth Regulator) adı verilen böcek büyüme düzenleyicileri ve IDI (Insect Development Inhibitors) adı verilen böcek gelişim düzenleyicileri son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar pirelerin gelişme dönemlerine (larva çıkışını ve gömlek değişimini engelleyerek) etkilemektedirler. Örneğin lufenuron 30 mg/kg dozda, köpek ve kedilerde ayda bir kullanıldığında yumurtadan larva çıkışını engellemektedir. Dolayısıyla ortamda yeni nesil gelişemediği için zamanla erişkin pireler azalmakta ve hatta kalmamaktadır. Bu amaçla metopren ve fipronil etken maddeli ilaçlar da kullanılmaktadır.

Kapalı mekanlarda mekanik ve fiziksel önlem olarak elektrik süpürgesiyle sık sık ortam temizlenmeli muhtemel pire formları toplanarak uzaklaştırılmalı ve iş bittikten sonra da süpürgenin torbası imha edilmelidir.

Pet hayvanlarının üzerinde yattığı halı, şilte, örtü, paspas, kilim, yolluk, koltuk ve mobilya gibi eşyalar temizlenmeli (sıcak buhar veya, sıcak suyla), dezenfekte edilmelidir. Bu amaçla asit borik gibi kimyasal maddelerden faydalanılabilir. Ayrıca taşınabilir eşyalar gün ışığına çıkarılıp, larvaların ölmesi sağlanabilir; eğer böyle eşyalar temizlenemeyecek kadar enfekteyse imha edilmelidir.

Kapalı mekanlarda (ev, depo) pireleri yakalamak için ışık tuzakları kullanılabilir. Bu tuzaklar 510-550 nm dalga boyunda yeşil ışık yayarak pireleri (özellikle kedi piresi) kendine çeker. Düzenek kurulup ortamda 20 saat çalıştırıldığında pirelerin %86'sı toplanır.

Dış ortamda pire mücadelesinde biyolojik mücadele yöntemlerinden de faydalanılmaktadır. Bu amaçla pirelerin doğal düşmanları olan böcekler kullanılır. Örneğin pirenin pupa dışında diğer gelişme dönemlerini yok eden karıncaların; pire avcısı olarak bilinen Histerid, Staphylinid, Tenebrionid koleopteraların ortamda bulunması sağlanır. Böcek seven nematodlardan *Steinernema carpocapsae* pire larva ve pupalarına saldırarak ölümüne sebep olmaktadır. Bu canlılar torfla beraber karıştırılarak arazi toprağına dağıtılır. Böylece hem ilaçlara çok para harcanmamış hem de doğal denge bozulmamış olur.

2.2 Korunma ve Kontrol

Yeni enfestasyonları önlemek için bu durumun sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekir. Evcil hayvanlara bulaşacak pirelerin serbest yaşayan

canlılardan gelme ihtimali göz ardı edilmemeli, bu amaçla çevredeki diğer hayvanlar da mümkünse ilaçlanmalıdır. Ortama yabancı hayvan giriş çıkışı engellenmeli, kemirgen ve fare mücadelesi yapılmalı, en önemli kaynağın bu tür canlılar olduğu gözden uzak tutulmamalıdır. Evcil hayvanlara verilen gıda maddeleri tüketilmemişse çevrede bırakılmamalı (özellikle geceleri) veya etrafa atılmamalı; bunları yemek için kontrol dışı hayvanlar gelerek taşıdıkları pireleri bulaştırabilirler.

Ağır enfestasyona maruz kalmış kümeslerin, bütün altlığı gerekirse tamamen atılmalı, hatta radikal bir önlem olarak kümes tamamen boşaltılıp ilaçlanmalıdır. Ayrıca ortam alev makinesiyle yakılmalı veya uygun bir dezenfektan ile dezenfekte edilmelidir.

Bu aşamada mümkünse yukarıda bahsedilen mücadele yöntemleri aynı gün içerisinde veya aynı anda yapılmalıdır. Çünkü hayvanlar ilaçlanıp ortam ilaçlanmazsa erişkin pireler hayvan üzerinden kaçıp gizlenecek bir yer bulabilirler.

Kontrol çalışmalarında en büyük problemi pirenin pupa dönemi oluşturmaktadır. Çünkü bunlar bir kokon içinde olup halıların altında veya zemindeki yarık çatlaklarda saklanırlar. Bu nedenle ortama uygulanan insektisidlerle temas etmedikleri için etkilenmezler ve enfestasyonun devamına sebep olurlar. Ayrıca pupadan erişkinin çıkması 2-4 haftayı bulur, çoğu ilacın reziduel etkisi iki haftayı geçmediğinden, genç pire bu esnada bir konak bulup yaşam siklusunu devam ettirir. Bu sebeple mücadeleye uzun süre devam edilmelidir.

Sürekli olarak hayvanların vücudu ve yaşadığı ortam gözlemlenmeli, oluşabilecek yeni bulaşmaların önüne geçilmelidir. Bu amaçla insektisid kullanılamayacak kadar genç ve genel durumu kötü hayvanlar sık sık tüyleri bir tarakla taranarak pire yönünden kontrol edilmelidir. Kontrolün devamlılığı bu gözlemlere bağlıdır, tamamen eradikasyondan söz etmek biraz zordur.

Dış çevrede; örneğin ilaçlamanın pratik olmayacağı geniş bahçelerde, büyük alanlarda, organik atık ve materyaller çevreden uzaklaştırılmalı, otlar biçilip kısaltılmalı ve pirelerin gelişme dönemlerinin yerleşebileceği ortamlar bozulmalıdır.

Pire mücadelesi ve kontrolünde aşağıda bahsedilen durumlar sebebi ile bazen başarısızlıklar söz konusu olabilir. Mücadelede bu noktalara dikkat edilmelidir.

2.3. Başarısızlığa yol açan sebepler

- Hayvan sahiplerinin talimatlara ve mücadele stratejisinde belirtilen önemli noktalara yeterince dikkat etmemeleri.
- Yapılacak işlemlerin çokluğu, zahmetli oluşu ve ilaçların pahalılığı hayvan sahiplerini usandırarak mücadeleyi yarım bırakmaları.
- Alerjik veya alerjik olmayan hayvanlarda uygun olmayan topikal ilaçların kullanılması.
- Çok sayıda hayvanın bir arada bulunduğu yaşam alanlarında bu hayvanlardan bir veya birkaçının (örneğin FAD'li ev kedisi veya köpeğinin) yetersiz bir şekilde tedavi edilmesi.
- Sorunlu bölgelerde ve alanlarda yetersiz insektisid uygulamalarının yapılması.
- Çevre ilaçlamasında kısa etkili ve sadece erişkin pire öldürücü kimyasalların kullanılması.
- Ev ortamında, ilaç uygulamalarından kısa bir süre sonra halı, kilim gibi eşyaların ve yerlerin yıkanarak ilaç etkinliğinin azaltılması.

Pirelerin konakta verdiği zararların ortadan kaldırılması

Pire ısırığı alerjisi (FAD) olan hayvanlarda semptomları hafifletmek amacıyla kortikosteroid ve antihistaminik preperatlar topikal veya sistemik olarak kullanılabilir. Örneğin kedilerde prednisolon 1mg/kg dozda oral veya enjektabl (köpeklerde oral tercih edilmez) yolla günde iki defa olmak üzere 5-7 gün kullanılabilir. Ayrıca kaşıntıları ve derideki lezyonları önlemek için mentol, hamamelis ve yulaf ezmesi gibi bitkisel kaynaklı antiseboreik şampuan veya losyonlar kullanılabilir. Yaraların sekonder bakterilerilerle enfekte olması durumunda tedavi programına uygun bir antibiyotik eklenmelidir.

Pirelerin ara konak ve vektör olarak naklettikleri hastalıkların tedavisi yapılmalıdır. Pire mücadelesi yapılmadıkça bu hastalıklardan kurtulmanın mümkün olamayacağı hayvan sahiplerine anlatılmalıdır (2, 13).

3. KAYNAKLAR

1. Burgess, N.R. H; Cowan, G.O. A colour Atlas of Medical Entomology.1993.p.71-79.
2. Carlotti D N, Jacobs D E, , Therapy, Control and Prevention of Flea Allergy Dermatitis in Dogs and Cats (Review article) Veterinary Dermatology, 2000; 11;p. 83-98.
3. Dinçer Ş. Ankara ve Çevresinde Kedi (Felis domesticus), Köpek (Canis familiaris) ve Tilki (Vulpes vulpes)'lerde Bulunan Pire (Siphonaptera)'ler Üzerinde Sitematik Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları: 277, Çalışmalar:179, Ankara Üniversitesi Basımevi.1971.
4. Gillott C. Entomology Third Edition. Springer Netherlands; 2005.p. 264-268.
5. Hendrix C M, Robinson E, Diagnostic Parasitology for Veterinary Technicians. Mosby Elsevıer, China; 2006. p.168-172.
6. https://fleasoftheworld.byu.edu/systematics/Mountingtechniques . Flea mounting precedures.
7. Kettle DS (edit.). Medical and Veterinary Entomology, 2nd Edition. Cab International, UK, Cambridge; 1995.p. 323-343, 517-557.
8. Koltaş, İ.S. Pireler ve parazitolojik önemleri. Özcel MA, Daldal N, (edit.) Parazitoloji'de Artropod Hastalıkları Vektörler. Türkiye Parazitoloji Derneği Yayın no:13, İzmir; 1997.p. 265-281.
9. Krämer F, Mencke N, S. Flea Biology and Control Springer-Verlag Berlin ;2001
10. Lehane, M.J.. The biology of blood sucking in insects . second edit. Cambridge univ. Press. 2005.p. 213-219.
11. Schmidt, G.D; Roberts' Larry S. Foundations of Parasitology. Sixth edit. Mc Graw-Hill Book Co. İnternational edit. 2000.
12. Tüzer E, Toparlak M, Göksu K. Veteriner Entomoloji. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, İstanbul; 1997.
13. Vuruşaner, C., Gülanber, A. Siphonaptera (Pireler). Karaer, K.Z.,Dumanlı,N.(edit.) Arthropodoloji .Medisan yayın Serisi:81. Birinci Baskı, 2015. p. 265-279.
14. Wall R, Shearer D. Veterinary Ectoparasites: Biology, Pathology and Control Second Edition. Blackwell Science Ltd; 2001.p.143-167.
15. Zajac AM, Conboy AG. Veterinary Clinical Parasitology Seventh ed. Blackwell Pub. Australia; 2006. p.240-247.

BÖLÜM 11

BİTLER

(Phthiraptera: Pediculidae) VEKTÖRLÜKLERİ VE MÜCADELESİ

Prof. Dr. İ. Cüneyt BALCIOĞLU[1],
Yrd. Doç.Dr. Suha K. ARSERİM[2]

[1]Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Parazitoloji AD, Manisa;

[2]Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Manisa

1. ARTROPOD VEKTÖR

İnsan üzerinde ektoparazitlik yapan, morfolojik olarak birbirinden ayrılamayan ancak yaşadıkları ortam tamamen farklı olan Pediculus cinsine ait iki tür, *Pediculus capitis* (baş biti) ve *Pediculus corporis* (vücut biti), yanı sıra morfolojisi farklı olan *Phthirus* cinsine ait bir tür, *Phthirus* pubis (kasık biti), bulunmaktadır (Şekil 1). Baş ve vücut bitleri, kaynakların bir kısmında farklı ekotiplerde yaşayan alt türler olarak da, *Pediculus humanus capitis* ve *P. humanus corporis*, nitelendirilmektedir (147). Çıplak gözle ayırt edilemeyen baş ve vücut bitleri üzerinde yapılan çalışmalarda bazı vücut yapılarının mikroskobik olarak ölçümü ile birbirinden ayırt edilebileceği belirlenmiştir. Baş ve vücut bitlerinin birbiri ile çiftleşmesinden de verimli

döl alınamadığı da gösterildiğinden, aynı konak üzerinde farklı alanlarda yaşayan iki tür oldukları bilimsel olarak da kanıtlanmış durumdadır (31).

Kasık biti olarak adlandırılan *Phthirus pubis* ise pubik bölgedeki kıllarda bulunan, bu bölgede beslenen, cinsel temas, ortak kullanılan iç çamaşırı ve yatak takımları ile bulaşabilen bir türdür. Ayrıca nadiren kirpik, sakal, bıyık gibi yüzde bulunan kıllara da tutunabilirler.

1.1. Bitlerin Morfolojileri

Bitlerin morfolojik olarak gelişimlerinde biçim ve yapı değişmeleri bulunmaz, yumurtadan (sirke) çıkan yavrular (yavşak), erişkine benzerler, kanatları yoktur. Pediculus'ların erişkinin uzunca bir vücudu vardır ve vücutları sırt-karın yönünde yassılaşmıştır. Vücudunda ayırt edilebilen bir baş kısmına, kısa kaynaşmış bir göğüs kısmına ve oval şekilli belirgin 7 adet segmentli bir abdomene sahiptir. Baş kısmında duyu organı olarak görev yapan 5 segmentli bir anten ve pek fonksiyonel olmayan bir çift göze sahiptir. Ağız parçaları diğer kan emen böceklerde olduğu gibi uzun bir iğne yapısında olup kullanılmadığı zamanlarda tam olarak başın iç kısmına çekili durduğu için görünmemekte, beslenme zamanında ise kasların yardımı ile dışarı çıkarak konak derisine penetre olabilmekte ve işlem tamamlanıncaya dek konak derisinin stratum corneum tabakasını kavramış şekilde durabilmektedir. Göğüste bulunan üç segment kaynaşmış durumdadır ve her bir göğüs segmentinden bir çift beş parçalı bacak çıkmaktadır. Bacaklar çengel şeklinde pençelerle sonlanırlar. Bu pençeler bitin yaşadığı yerlerdeki kıllara, tüylere ve giysi liflerine yapışmasını sağlamaktadır. Baş biti erişkininin erkeği 2.4-3.6 mm; dişisi 2-3 mm uzunluğundadır. Solunum deliklerinin bir çifti toraksın orta parçasında, 6 çifti ise abdomenin son segmenti dışındaki segmentlerinde bulunur. Cinsiyet ayırımı kolaylıkla yapılabilir. Abdomenin kenarları loblu görünümdedir, 3 ila 8. segmentlerindeki loblar sklerotize paratergal plaklarla kaplanmıştır (Şekil 1).

Erkeklerde abdomenin ucu yuvarlaktır ve son kısmında ventralinde sklerotize olmuş genital yapı (penis) belirgin bir şekilde görülür. Dişilerin ise abdomenin son segmenti iki loblu olup "V" şeklinde bir çentikle sonlanır. Alt kısımda genital açıklığın önünde pigmentli kalkan şekilli bir plak ve yumurtlama esnasında yumurtaların hizasını ayarlamada kullanılan gonopod denilen bir çift daha küçük lob vardır (26). Sirke adı da verilen bit yumurtaları ise ortalama olarak 0.6-0.8 mm boy ve 0.3 mm enindedirler (79, 92, 126, 144).



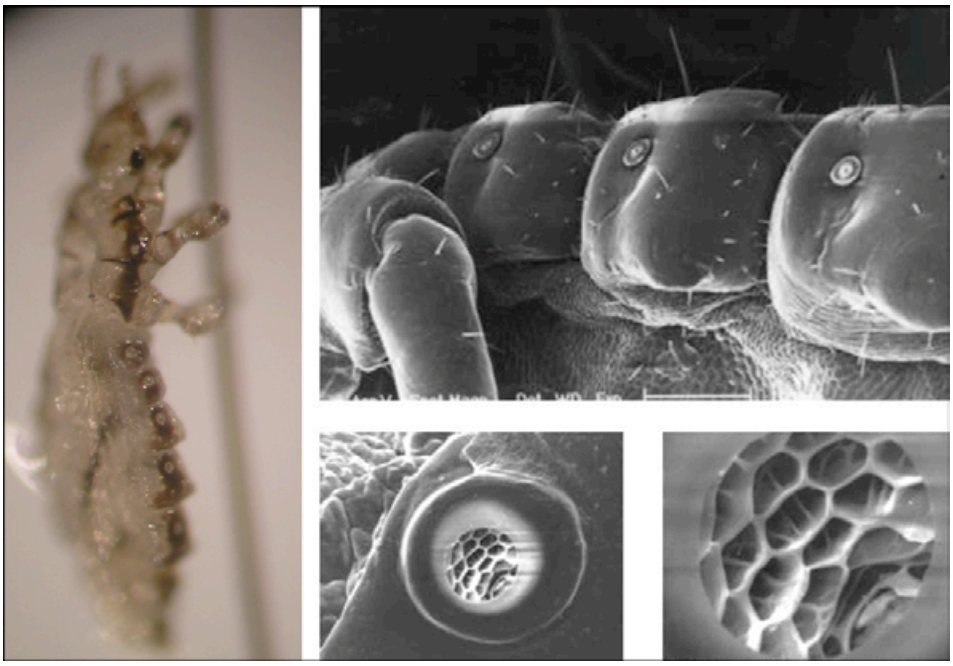
Şekil 1. Erişkin baş biti: a. erkek ve b. dişi (Foto: Mehmet Karakuş)



Şekil 2. Baş bitinin bacak yapısı (Foto: Mehmet Karakuş)

Toraks oldukça sklerotizedir ve dorsal uçta merkezi bir deliğe sahip gibi görünmektedir, ancak aslında bu yapı bacakları hareket ettiren kasların sabitlenmesi için kullanılan içi delikli bir çubuk için dış tabandır. Oldukça kuvvetli olan bacaklar aynı boy ve şekilde olup kısadır ancak saçların arasında yaşamaya uygun şekilde modifiye olmuş segmentlere sahiptir. Bu segmentlerin içinde en belirgin olanları alt yüzün ucundaki başparmak benzeri uzantı taşıyan tibiadır. Bu başparmak, tek tarsal segmentin tam uç kısmıyla bir eklemle birleşmiş hareketli bir pençeyle sonlanır. Pençe ve başparmak arasındaki bir boşluk bulunur ve başparmak tipi nasıl olursa olsun insan saç kıllarının hemen hepsini çevreleyerek sıkıca kavrayabilir (Şekil 2).

Toraksın protonum kısmında tek bir çift solunum deliği bulunur. Hemen hemen tam yuvarlak bir açıklık olan solunum deliğinin etrafını çevreleyen ve deliğe bal peteği şeklini vermeyi sağlayan tegüment bir kısım vardır. Abdomenin kenarı boyunca sıralanan abdominal solunum delikleri daha küçüktür fakat daha kompleks bir iç yapıları vardır (Şekil 3). Abdomenin büyük kısmı membran benzeri bir kütiküle sahip olduğundan içi kanla dolu olan mide, misetom (simbiyotik mikroorganizma içeren kısım), hava ile dolu trake, dişinin ovaryum kanalında gelişen yumurtalar gibi içyapılar daha rahat bir şekilde görülebilir. Mide, genital açıklığın yakınında fakat ayrı olan sub-terminal bir anüse açılır (26).

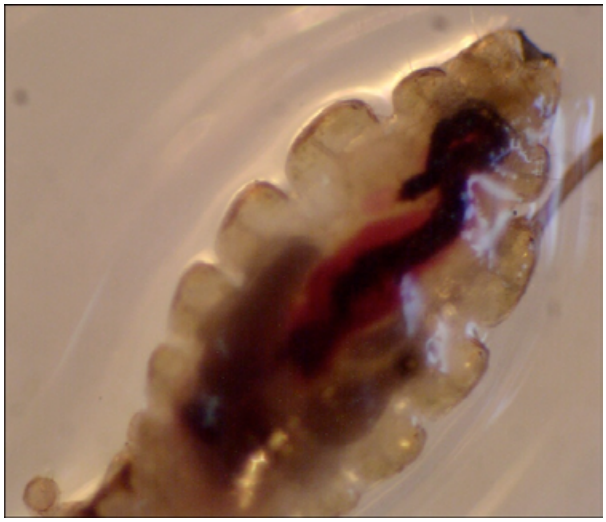


Şekil 3. Abdomenin yan kısmında bulunan solunum deliklerinin konumu ve yapısının SEM'de görünümü (Soldaki foto: Mehmet Karakuş; 25).

Özefagus ile başlayan sindirim sistemi, büyük bir orta bağırsağa (midgut) açılır. Toraksın ortasından başlayan orta bağırsak hemen hemen abdomenin sonuna dek uzanır ve abdomenin %30'luk alanını kaplar. Orta bağırsağın arka kısmı ventrikulus ve sonra da arka bağırsak ile birleşir (Şekil 4). Ventrikulus hem depolama hem de sindirim organı olarak görev yapar. Peristaltik aktivite ile sık sık hareket eder ve yeni emilmiş kan bağırsakta bulunan daha önce emilmiş ve kısmen sindirilmiş kan ile karışır. Aralıklı olarak küçük miktarlardaki sıvı orta bağırsaktan arka bağırsağa ve oradan da hızla anüse geçer, anüsün ucunda bir damla şeklinde belirir, yavaşça katılaşır ve feces haline gelir (26, 79).

Ventrikulusun alt yüzeyinde uzanan misetom simbiyotik mikroorganizmaları içermektedir. Gelişim esnasında misetom kapalı bir kese olarak ortaya çıkar ve embriyonun midesinde bulunan simbiyontlar misetoma girer. Simbiyontlar, nimflerde ve erkeklerde yaşam boyunca bulundukları yerde kalırlar fakat dişilerde ovaryuma göç ederler ve böylece simbiyonlatların bir jenerasyondan diğerine transovaryal olarak aktarılması sağlanır. Simbiyontların olmadığı durumlarda nimfler sadece birkaç gün

yaşayabilir, dişiler ise steril olur, yumurtlayamaz. Simbiyontlar vitamin B kompleksinin tek bir dozuyla yok edilebilir (79).



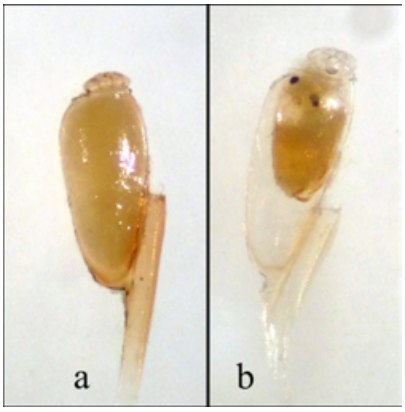
Şekil 4. Abdomenin saydam kütikülünden görülen içinde sindirilmekte olan kan besini bulunan orta mide (Foto: Mehmet Karakuş).

Yumurta (Sirke) (Şekil 5)**:**

Kuvvetli bir şekilde saçlara yapıştırılan yumurtalardan 24-37 ^{0}C aralığındaki sıcaklıklarda nimf çıkmaya başlar, %70-90 arasındaki başarıyla çıkma oranı genelde 29-32 ^{0}C aralığında elde edilir. Bunun yanı sıra 24 ^{0}C'de ve 37 ^{0}C'de yumurtadan nimf çıkma oranı %10'a kadar düşebilir. Yumurtadan nimf çıkma oranı nemden etkilenir ancak yumurta safhasının süresi etkilenmez. En fazla nimf çıkma oranı %75 bağıl nemde elde edilir. 29-32 ^{0}C arasında yumurta safhası 7-10 gün kadar devam eder, yumurta safhasının maksimum süresi 3-4 haftadır ki bu durum özellikle vücut bitinin bulaşmasında önem taşımaktadır (79).

Nimf:

Yumurtadan çıkan nimf amniyotik sıvı ve hava yutar, yumurtanın kapalı operkulumunu zorlar ve başının ön kısmında bulunan embriyonik kütikülün sırt kısmındaki "yumurtadan çıkma aracı" ile vitellin membranı yırtar. Deneysel çalışmalarda, tam gün deri üzerinde bırakıldıklarında nimf safhalarının 8-9 günde tamamlandığı ancak geceleri deriden uzaklaştırılırsa bu safhanın 16-19 güne kadar uzadığı belirlenmiştir (26).



Şekil 5. Baş biti yumurtası: a. Yeni bırakılmış içinde amniyon sıvısı ve embriyo olan yumurta; b. yumurtadan nimf dışarı çıkmak üzere (yumurta kabuğunun arka iç tarafı hava ile dolmuş, nimfin gözleri görülür durumda) (Foto: Mehmet Karakuş).

Erişkin:

Erişkinler son deri değiştirmeden hemen sonra başlamak üzere bütün yaşamları boyunca çiftleşirler. Düşük sıcaklıklarda inaktif olurlar ve başka bir konak bulma şansları da azalır. Dişilerin yaşam süresi 34 ± 13, erkeklerin ise 31 ± 12 olarak belirlenmiştir (79).

Kasık biti (*Phthirus pubis*) baş ve vücut bitinden farklı görünümdedir, vücutları daha geniş ve kısa, erkekler dişilerden daha küçüktür. *P. pubis*'in göğüsü, kısa olup karına bağlanmıştır. Göğüsten çıkan üç çift bacakları vardır ve orta ve arkadaki bacaklarda iri kança şeklinde güçlü tırnaklar bulunmaktadır. Bu görünümü ile yengeçe benzediği için yengeç (crab) bit olarak adlandırılmaktadır. Abdomen yuvarlağa yakın görünümdedir ve 5 segmenti birleşiktir. Karın halkalarının iki yanında uzun kılları olan çıkıntılar vardır. Erkeklerin abdomeni daha küçük ve yuvarlak iken, dişilerinki daha büyük ve son halkada vulvayı saran iki çıkıntı bulunumaktadır. Kasık bitleri konağın daha çok kasık bölgesindeki kıllara güçlü kancalarıyla tutunarak yaşarlar ve kan emerek beslenirler. Genital bölge dışında en çok perianal bölgeye yerleşir.

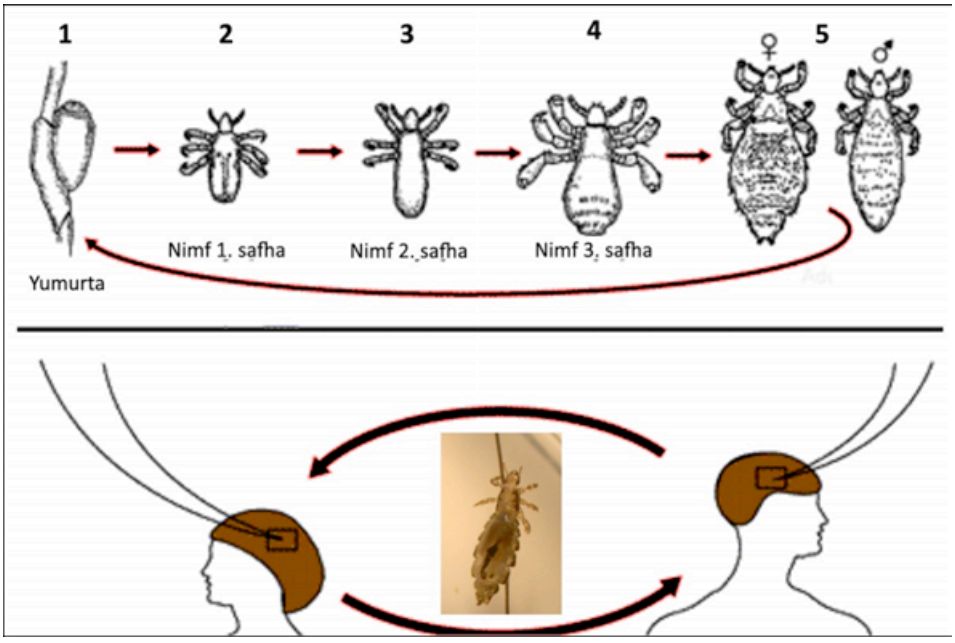
1.2. Yaşam Döngüsü

1.2.1. Biyolojileri

P. capitis, *P. corporis* ve *Phthirus pubis* aynı yaşam döngüsüne sahiptir. *Pediculus* ve *Phthirus* bit türleri yaklaşık 7 gün süren bir yumurta dönemi, her biri üçer gün devam eden üç larval safha ve üreme yeteneğine ulaşan

erişkinden ibarettir (Şekil 6). Her ikisi de yaşayabilmek için insan derisi üzerinde günde yaklaşık 5 kez düzenli olarak kan emmek zorundadırlar.

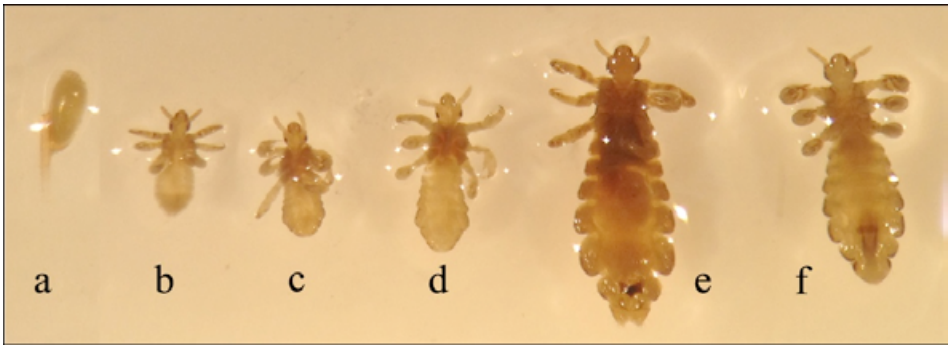
Bitler eksik metamorfozlu canlılardır. Vücut biti vücudun değişik kısımlarında bulunabilir ve doğrudan temas dışında ortaklaşa kullanılan giysiler ile yatak çarşaflarından bulaşabilir. Dişi bit döllendikten 1-2 gün sonra yumurtlamaya başlamaktadır. Vücut biti yumurtalarını vücutla temas edecek şekilde ve yerde bulunan giysi liflerine yapıştırabilir. Bir vücut biti günde 9-10 yumurta bırakabilir ve yaşamı boyunca 270-300 yumurta yapabilir. Vücudun sağladığı sıcaklık ile yumurtadan 1 haftada nimf çıkar ve beslenmeye başlar. Yaklaşık 2-3 hafta sonra da erişkin hale gelir.



Şekil 6. Baş biti yaşam döngüsünde görülen safhalar

Baş bitlerinin yaşamı halk arasında "sirke" adı da verilen 0,6-0,8x0,3 mm boyutlarında ve özel bezlerinde ürettiği kuvvetli bir yapıştırıcı madde ile saç tellerine yapıştırılan yumurta ile başlar. Bu yumurtalar kulak arkası ve ense kısmındaki saçlarda daha sıklıkla bulunur. Dişinin yumurta sayısı çevre ısısı ve beslenmesine göre değişmekle beraber baş biti için ortalama 100-150 tanedir (ort 4.9±0.2). Bütün yumurtalar fertil değildir ve bit yaşlandıkça fertil yumurta bırakma oranı azalır. Yumurtadan "nimf" adı

verilen açık renkli yavrunun çıkması 5-10 gün sürebilir. Nimf çıkar çıkmaz hemen kan emmeye başlar ve 3 kez gömlek değiştirerek 1-2 haftada erişkin olarak çiftleşmeye hazır hale gelir. Nimfler, 24 saat içinde beslenemezlerse ölürler. Nimflerin ilk 4 günlük hayat dönemlerinde santral sinir sistemleri olmadığından, bu dönemde uygulanacak olan santral sinir sistemi üzerine etkili ilaçların nimfleri öldürmedikleri bildirilmektedir (22, 54) (Şekil 7).



Şekil 7. Baş bitindeki gelişim safhaları: a. Yumurta; b. 1. safha nimf; c. 2. safha nimf; d. 3. safha nimf; e. erişkin dişi; f. erişkin erkek (Foto: Mehmet Karakuş)

Yumurtadan yeni çıkan birinci safha nimf hemen beslenmeye başlar ve emilen kandan dolayı kırmızı bir renk alır. Kan emme işlemi bir önceki besinin henüz sindirimi tamamlanmadan da devam edebilir. Toplamda yaklaşık 9 gün süren üç ayrı nimf ayrı döneminin her seferinde hem gelişir hem de vücut büyüklüğü yavaşça artar. Nimfler; fiziksel olarak daha küçük boydaki erişkinler gibi görünürler, abdomendeki segmentasyon belirgin değildir ve cinsiyet ayrımı yapılamaz. Erişkin hale gelen bit beslenmediği, çiftleşmediği ve yumurtlamadığı zamanlarda genellikle inaktiftir. Ayak uçlarındaki kancalarla başları saç derisine dönük olarak saça paralel tutunarak dururlar. Bu şekildeki duruş geriye ve ileriye doğru kolayca hareket etmelerini sağlar. Ayrıca, ayak uçlarındaki kancalarla saç telleri arasında yanlara doğru yengeç seklinde de hareket edebilirler. Bu hareket şekilleri baş bitlerinin saptanmasını da zorlaştırır. Baş bitinin pigmentli yani ortama göre renk değiştirebilen kütikülü doğasında vardır. Deri ve saçları koyu olan insanların yaşadığı coğrafi bölgelerde baş bitleri daha koyu, açık ten ve saçlı kişilerin yaşadığı bölgelerde ise daha açık renkli olabilirler. Bu hareket şekilleri ve ortama göre değişebilen renkleri baş bitlerinin saptanmasını da zorlaştırır.

Baş biti bacaklarında bulunan seri halindeki reseptörler sayesinde konak saçı kaşıdığında, taradığında veya başka bir nedenle oluşan saçla ilgili karışıklıklardan haberdar olurlar. Bu esnada saç derisine yakın yerlere giderler ve tarakla bile bulunmaları zor olur. Saç kısa bir süre hareketsiz kaldığında yeniden hareket ederek, saç derisinden uzaklaşırlar ve tarakla kolayla bulunabilirler. Fizyolojik durumu uygun olan baş bitleri saçların dış kısımlarına doğru giderek başka bir konağa transfer olmak üzere hazır beklerler. Birinci ve ikinci safhadaki nimfler daha yaşlı safhalara göre daha az aktiftir ve baş derisine yakın yerlerde bulunurlar. Bu durum onların başka bir konağa geçme niyetinde olmadıklarının da bir göstergesidir. Bununla birlikte üçüncü safhaya ulaştıklarında genç erişkinler gibi daha hareketli olurlar ve yeni konağa geçebilirler. Bu yayılma davranışı, çiftleşme olgunluğuna ulaşmış diğer organizmalardaki eş arama veya uygun üreme yeri arama davranışına karşılık gelmektedir. Erkekler devamlı olarak eş aradıkları için daha hareketlidirler ve bunun sonucu olarak da yeni konağa ilk gelen genelde erkeklerdir. Baş biti erişkinlerinin yaşam süresi, diğer faktörler dışında çevredeki risklerle belirlenmektedir. Laboratuvar koşullarında bulunan baş bitleri genelde 20 gün, en fazla da 32 gün yaşarlar. Ancak gerçek hayatta konağın kaşıma, saç şekillendirme, saç kesme vb. davranışları nedeniyle genelde daha kısa sürede ölürler. Bunun tersine, baş biti bulunmasını umursamayan veya fark edemeyen kişilerde uzun süre de kalabilirler. Baş biti çevresine çok iyi adapte olur onu başarıyla kullanır. Bu nedenle insanoğlunun binlerce yıldır verdiği savaşa rağmen halen varlığını sürdürmektedir (26).

Her ne kadar dişi bit erişkin olduktan 24 saat sonra yumurta bırakmaya başlasa da üçüncü safhadaki nimf gömlek değiştirdikten sonra erişkin olur ve hemen çiftleşebilir. Erkek bit, uygun büyüklükteki dişi bit ile çiftleşme girişiminde bulunur. İlk olarak erkek bit başı ve vücudunun altını dişi bitin abdomeninin arka ve alt kısmına bastırır ve genital yapıların bir dizi fonksiyonel işlemlerle çiftleşme gerçekleşir. Çiftleşme genelde 30 dk. veya daha uzun sürebilir. Ayrılma işlemine hem dişi hem de erkek katılmalıdır. Eğer çiftleşme sırasında biri ölürse diğeri ondan ayrılamaz.

Dişi her seferinde tek bir yumurta bırakabilir çünkü yumurta abdomenin %20'sini kaplayacak kadar büyüktür. Dönüşümlü olarak yumurta üreten iki ovaryum vardır ve dişi çiftleşmese veya önceki çiftleşmeden gelen sperm dejenere olsa veya kullanılmış olsa bile yumurta üretimi devam eder. Bu nedenle çiftleşme düzenli olarak sıklıkla devam eder, çünkü üretkenlik korunmalıdır. Erkek bit sürekli yeni çiftleşme için hareket eder. Dişi bit

iyice beslendiği zaman yumurtlama kapasitesi maksimumdadır, bir ovaryumda tam gelişmiş yumurta, diğer ovaryumda bir kısmen gelişmiş yumurta ve daha sonra gelişecek olan üçüncü yumurta saydam kütikülden rahatlıkla görülebilir. Yumurtanın bırakılması hızla gerçekleşen bir işlemdir. Dişi bit yumurtayı saç derisine yakın yerdeki saç üzerine ovidukta açılan yardımcı bezlerin üretikleri salgı yardımıyla yapıştırır. Bit ilk önce saç üzerinde uygun bir yer bulur, abdomenin uç kısmındaki gonopodları ile belki de saçın toz ve artıklardan temizlemek amacıyla veya yerinin uygunluğunu kontrol etmek amacıyla saçı sıvazlar, sonra bir damla salgı bırakır ve arkasından hemen yumurtayı salgı damlası üzerine bırakır. Bundan sonra dişi öne doğru hareket ederek yumurtanın yapışkan salgı ile tam olarak sarılmasını ve sabitlenmesini sağlar. Yapışkan salgı yumurta kılıfını tam olarak fikse eder ve nimf yumurtadan çıktıktan sonra bile boş kılıfla birlikte yerinde kalır. Yumurtanın geniş ucunda kubbe şeklinde, 7-11 delik veya aerofil bulunan bir kapağı vardır. Bu porlar kompleks bir mikrokapiller yapı ile yumurta kabuğunun içine kadar uzanır. Yumurta kılıfı hemen hemen saydamdır ve gelişen embriyoyu kuruma ve kimyasallardan koruyan sert bir koryonik membran ile kaplıdır. Yumurtanın baş derisine yakın bırakılması optimum gelişme için en uygun sıcaklığı sağlar. Kulak arkası ve ense kısmında bulunan saçların daha çok tercih edilmesinin nedeni bu bölgede saçların daha sık olması ve nemin daha iyi korunması böylelikle de yumurtaların kuruma riskinin azaltılmış olmasıdır. Yumurtanın içinde gelişen embriyoda ilk beliren göz noktasıdır ve genelde 3. veya 5. günde gelişir, çıkmaya yakın bacaklar ve pençeler seçilmeye başlar. Embriyo tam olarak geliştiğinde embriyo hava yutmaya başlar, bu hava anüsten dışarı çıkar ve embriyoyu yukarı kapağa doğru iter, sonuçta kapağı açar ve dışarı çıkar. "Nit" olarak da bilinen boş kabuk saça haftalar hatta aylar boyunca yapışık kalabilir, rengi beyazlaşır ve gözle kolaylıkla ayırt edilebilir (26).

1.2.2. Beslenme ve konak tercihleri

Baş biti genel olarak kişiler arasındaki yakın temas ile bulaşır. Ayrıca giysiler, şapkalar, saç fırçası, tarak üzerinde de çok uzun olmayan sürelerde bulunabilir ve başka bir insana bulaşabilir. Beslenmemiş baş biti 3 güne kadar bir süre konaktan uzak yaşayabilir. Baş saçlı derisinde yerleşen baş biti, *Pediculus capitis*, özellikle çocuk ve genç yaş grubunda daha sıklıkla görülen bir enfestasyondur. Zorunlu olarak kan emen bu ektoparazit, sadece insanın başında bulunabilir, başka konağı yoktur.

Baş bitleri bir gün içinde sık olarak beslenmeleri gerektiğinden sürekli konak saç derisi üzerinde kalmaları gerekmektedir. Beslenme için konak derisine tutunur ve hortumu sokarak uygun kan damarını bulduğunda damarı delerek kanın pıhtılaşmaması için tükrüğünü enjekte eder ve kan ile tükrük karışımını geri emer. Bitin kütiküllü kısmi olarak saydam olduğu için kanın baş kısımdan orta mideye pompalanması işlemi küçük büyütmeli mikroskoplarla rahatlıkla görülür. Kan, baştaki sibariyal ve faringeal iki küçük kaslı pompa ile hızlıca hareket ettirilir. Kan geldiğinde bu pompalar titreşmeye başlar ve kanı arka kısma gönderir (26).

Baş bitlerinin günlük 5-6 kez kan emmeleri gerektiği yapılan çalışmalarla görülmüştür. Konaktan uzaklaştırıldıkları zaman serin ve nemli ortamda bir günden fazla beslenmeden kalabilirler. Konaktan uzaklaştırıldıktan birkaç saat sonra yeniden konağa geçtiklerinde yeniden kan emerek adapte olabilirler ancak bu süre 3-18 saat arasında olursa tahminen kanın pıhtılaşmasını sağlayacak olan tükürüklerini yeterince üretemeyecek kadar çok fazla dehidrate olmalarından dolayı kan emme yeteneklerini kaybedebilirler. Bu durum su fizyolojilerinin çok farklı olmasından kaynaklanır. Birçok kan emen arthropod, besinlerinin bir parçası olarak aldıkları suyu idrar veya sıvı dışkı şeklinde dışarı çıkartır. Ancak baş biti, konağın kendisinin varlığından haberi olmasını geciktirecek bir önlem olarak konak derisi ve saçının fekal kontaminasyonunu minimize eden kuru dışkı çıkartır. Baş biti sindirim sırasında ortaya çıkan suyu alternatif bir strateji olarak solunum sistemi yoluyla da dışarı çıkartmaktadır. Birçok küçük artropoda türü suyu kaybetmemek için çeşitli yöntemler geliştirmişken bitlerin bu davranışı normal dışıdır. Kanın emilmesinden hemen sonra, abdomen şişeceği için fazla suyun dışarı atılması faydalı olabilir fakat bu mekanizma kapatılamadığı için beslenmeyen bit hızla canlılığını yitirebilmektedir (26).

Kasık biti tüm dünyada, tüm ırk ve etnik gruplarda ve toplumun her kesiminde görülür. Kasık biti genellikle cinsel temasla bulaşır ve yetişkinlerde dah yaygın olarak görülür. Kasık biti, bazen yakın temasla veya enfeste birey tarafından kullanılan giysi, yatak çarşafları ve havlu gibi eşyalarla temasla ederek bulaşabilir. Çocuğun başında veya kirpiklerinde bulunan pubik bitler cinsel maruz kalma veya istismarın bir göstergesi olabilir.

1.3. Sınıflandırılması

Sınıflamada, *Arthropoda* (Eklembacaklılar) şubesi, *Insecta* (Böcekler) sınıfı, *Phthiraptera* (*Anoplura*, Bitler) takımında *Pediculicidae* ailesinde *Pediculus* ve *Phthirus* cinsleri olarak yer almaktadır. İnsan bitleri iki cinse ait üç türden ibarettir; morfolojik olarak birbirinden ayrılamayan ancak yaşadıkları ortam tamamen farklı olan *Pediculus* cinsine ait iki tür, *Pediculus capitis (*baş biti) ve *Pediculus corporis* (vücut biti), yanı sıra morfolojisi farklı olan *Phthirus* cinsine ait bir tür, *Phthirus pubis* (kasık biti) bulunmaktadır.

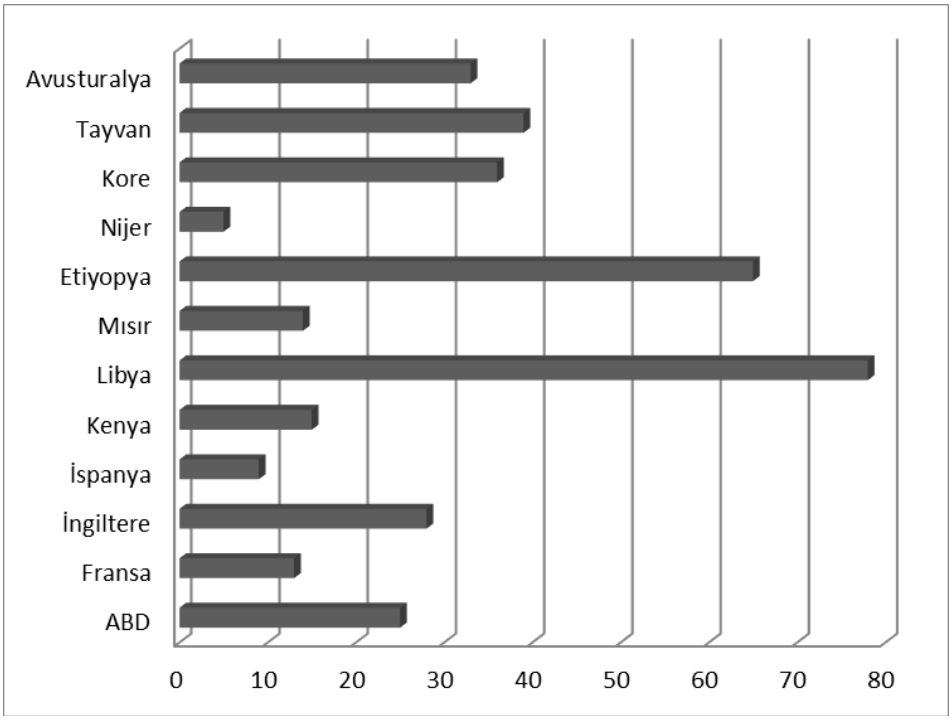
Şube	: *Arthropoda*
Sınıf	: *Insecta*
Takım	: *Phthiraptera*
Alttakım	: *Anoplura*
Familya 1	: *Pediculidae*
Genus	: *Pediculus*
Tür	: *Pediculus corporis* (vücut biti)
Tür	*: Pediculus capitis* (baş biti)
Familya 2	: *Pthiridae*
Genus	: *Phthirus*
Tür	: *Phthirus pubis* (kasık biti)

Phthiraptera takımı *Anoplura* (memelilerden kan emen bitler) ve *Mallophaga* (kuş, keseli ve memelilerin çiğneyici ya da ısırıcı bitleri) olmak üzere iki majör gruptan oluşmaktadır. Bu iki grubun orijininin parazit olmayan ortak atasal bir gruptan kaynaklandığı ve 100-150 milyon yıl önce geç Jura ya da erken Kretase döneminde farklılaştığı düşünülmektedir (90).

1.4. Pedikülozis capitis'in Dünya'da ve Türkiye'de Epidemiyolojisi

Pediculus capitis (saç biti) tüm dünyada gerek gelişmiş ülkelerde gerekse gelişmekte olan ülkelerde çoğunlukla ilköğretim çağındaki çocuklarda görülen yaygın bir enfestasyonun (pedikülozis) etkenidir (50) (Şekil 8). Almanya gibi gelişmiş bir ülkede dahi her yıl 10 bin çocuğun yaklaşık 600'ünde pedikülozise ilk defa tanı konulmaktadır (71). Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 3-12 yaş arası 6-12 milyon çocukta baş bitlenmesi saptanmaktadır (54). Dünyanın çeşitli ülkelerinde çok sayıda öğrenci

üzerinde yapılan araştırmalarda, Fransa'da öğrencilerin %49, İsrail'de %20, İngiltere'de %25, Nijerya'da %37 ve Arjantin'de %60'ında *P. capitis* enfestasyonu tespit edilmiştir (35, 64). Bu çalışmalarda uygulanan yöntemlerin standard olmaması sonuçların değerlendirilmesinde sorun yaratmaktadır. Örneğin, Almanya'da yaşları 5 ila 6 arasında değişen 1890 çocuğun incelendiği bir çalışmada, tarama olmaksızın sadece gözle inceleme yöntemi ile pedikülozis prevalansının %0,7 bulunduğu, daha duyarlı yöntemlerle gerçek prevalansın %2-3 arası olacağının tahmin edildiği bildirilmiştir (64). Nitekim İngiltere'de yapılan ankete dayalı bir çalışmada, 20 bini aşkın çocuğun %37'sinin son bir yıllık dönemde pedikülozise yakalandığı öğrenilmiştir. Ayrıca, yapılan çalışmaların hemen hemen tamamı okul çocuklarında ya da pedikülozis için yüksek risk taşıyan topluluklarda (mülteciler, yetimhanelerde kalan çocuklar, hapishanelerdeki mahkûmlar) gerçekleştirildiğinden, pedikülozisin toplum genelindeki prevalansını yansıtan çalışma sayısı çok azdır.



Şekil 8. Dünyada baş bitinin yaygınlığı (%)

Pedikülozisin prevalansı insan topluluklarının yaş, cinsiyet ve kültürel davranış şekillerine göre değişiklik göstermektedir. Sıtma gibi ölümcül enfeksiyon hastalıklarıyla mücadele eden Afrika'da pedikülozis, hastalıktan çok insanları rahatsız eden bir durum olarak algılansa da, yapılan çalışmalarda enfestasyonun Kamerun, Gana ve Mısır'ın bazı bölgelerinde son derece sık görüldüğü belirlenmiştir (143). İlginç bir çalışmada, Güney Afrika Cumhuriyeti'nde bir ilkokuldaki siyahî çocuklarda pedikülozise hiç rastlanmazken, beyaz çocuklarda bu oran %16 bulunmuştur (57). Bunun olası nedenleri arasında, beyaz çocukların daha ince telli saç yapısının siyahi çocuklara göre enfestasyon riskini arttırmasının olduğu yer almaktadır.

Pedikülozisin tüm dünyadaki en önemli ortak noktası en yüksek insidansın 5-12 yaş arası okul çağı çocuklarında ve genelde de kızlarda gözlenmesidir (24, 137). Bunun nedeni, küçük yaştaki kızların çoğunlukla uzun saçlı olmaları ve yaşıtları olan erkek çocuklarına göre birbirleriyle daha yakın temas içinde oyun oynamalarıdır (64). İngiltere'nin Bristol şehrindeki bir ilköğretim okulunda yaşları 6 ila 7 arasında değişen kızların %40'ının, Brezilya kırsalında ise aynı yaşlardaki kızların %80'e varan bir kısmında pedikülozis tanısı konulduğu bildirilmiştir (61). Ülkemizde yapılan bir çalışmadada yaşları 6 ila 7 olan kız çocuklarında belirlenen *P. capitis* oranı %16,4 iken erkeklerde sadece %2,1 bulunmuştur (7).

Pedikülozisin prevalansında mevsimsel açıdan belirgin bir farklılık bulunmamakla birlikte, prevalansın genel olarak okulların tatil olduğu dönemde düştüğü, okulların açılmasıyla ise yükselişe geçtiği kabul edilmektedir (12, 148). Nitekim piyasadaki pedikülositlerin satış rakamları incelendiğinde, yaz tatili sonrası okulların ilk açıldığı dönemlerde satışların ikiye katlandığı açıkça görülmektedir (64). Brezilya'da toplum genelini kapsayan bir çalışmada, pedikülozis prevalansının yağmurların bol olduğu Mart ayında %44, yağmurun pek yağmadığı Eylül ayında ise %27 olduğu belirlenmiştir.

Türkiye'de bugüne kadar değişik şehirlerinde yapılmış çalışmalarda, ilkokul öğrencilerindeki pedikülozis prevalansının %2 ile %36,8 arasında değiştiği bildirilmiştir (2, 83). Standard tanı yöntemleri kullanılmadan yapılan çalışmalar tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sonuçların değerlendirilmesini güçleştirse de, bazılarında elde edilen veriler o bölgedeki pedikülozis sıklığında geçmişe göre belirgin düşüş olduğunu göstermektedir (76).

Sosyokültürel ve sosyoekonomik farklılıkların, annelerin eğitim seviyelerinin pedikülozisi anlamlı bir şekilde etkilediği (46) ve ailenin gelir düzeyi ile enfestasyon arasında anlamlı bir bağlantı olduğu, anne-babanın eğitim düzeyinin hijyen bilinicini etkilediği ve eğitim seviyesi düşük grupta bulunan ailelerin çocuklarında pedikulozisin yüksek oranda gözlendiği ortaya konmuştur (39). İran'da öğrencilerin duş alma sıklığının artmasıyla pedikulozisin azalması arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur (124).

Tablo 1. Türkiye'nin değişik bölgelerinde okul çocuklarında yapılan *P. capitis* araştırması sonuçları

Araştırıcı adı	Yıl	İl/İlçe	Kız (%)	Erkek (%)	Toplam (%)	Kaynak No
Saygı ve ark.	1987	Sivas	13.3	1.3	7.3	132
Kişioğlu ve ark.	1991	Kayseri	20.4	2.0	3.5	81
Öztürkcan ve ark.	1991	Sivas	9.8	0	3.6	112
İlhan ve ark.	1992	İzmir/Karşıyaka	9.3	2.3	5.6	69
Yücel ve ark.	1993	İstanbul	30.39	6.9	18.05	152
Özcan ve ark	1995	Malatya	1.3	0	1.3	108
Üner ve ark.	1997	İzmir/Karşıyaka	*	*	8.57	145
Karaman ve ark	1997	Aydın	32.11	9.44	20.08	75
Yazar ve ark.	1997	İzmir/Kemalpaşa	29.9	4.9	16.4	151
Polat ve ark.	1999	İstanbul/Silivri	27.6	3.12	14.2	116
Orhan ve ark.	1999	İzmir/Narlıdere	36.7	9.8	23.3	107
İnceboz ve ark.	2000	İzmir/Bornova	12.34	1.45	6.71	70
Güleç ve ark.	2000	Ankara	9.1	1.8	5.2	60
Akısü ve ark.	2002	İzmir/Narlıdere	50.8	3.4	27.4	2
Kokturk ve ark.	2003	Mersin	13.3	1.1	6.8	83
Karataş ve ark	2004	Aydın	19.6	2.2	10.6	76
Polat, Z. ve ark.	2004	Sivas	1.1	0	0.54	117
Oktun ve ark.	2005	Edirne	10.3	0.9	5.4	106
Oflaz, M.	2006	Konya	6.45	0.78	3.65	104
Noyan ve ark.	2006	İzmir/Konak	55	0	29.4	102

Oğuzkaya ve ark.	2006	Kayseri	16.4	2.1	9.2	105
Özçelik ve ark.	2006	Sivas	20.27	1.92	9.49	110
Dursun ve ark.	2009	Van/Erciş	23	3.3	9.5	46
Çetinkaya ve ark.	2011	Kayseri/Hacılar	21.5	1.4	10.9	39
Akkaş ve ark.	2011	Iğdır	22.9	3.2	13.1	3
Özkan ve ark.	2012	Kocaeli	*	*	14.1	111
Değerli ve ark.	2012	Sivas	12.9	0.2	6.0	40
Değerli ve ark.	2013	Sivas	13.7	1.1	10.2	41
Gulgun ve ark.	2013	Kayseri	25.2	0.86	13.1	59
Karakuş ve ark.	2014	İzmir	24.7	1.7	13.5	74
Karaaslan ve Yılmaz	2015	Van	42.6	7.1	22.9	73
Kurt ve ark.	2015	Manisa	*	*	12.3	86
Eroğlu ve ark.	2016	Gaziantep	0.3	15.0	6.9	49

1.5. Vektörlük açısından önemleri

Vücut bitlerinin, epidemik tifüs etkeni *Ricckettsia prowazekii*, bit kaynaklı tekrarlayan ateş etkeni *Borrelia recurrentis* ve siper humması (beş gün ateşi) etkeni *Bartonella quintana* olmak üzere en az üç bakteriyel hastalığın bulaşımından sorumlu oldukları uzun yıllardır bilinmektedir (9). Buna karşın baş bitlerinin de vektörlük durumları son zamanlarda gösterilmeye başlamıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda *P. capitis*'in *Bartonella quintana* ve *Rickettsia prowazekii* ile *Rickettsia typhi*'ye vektörlük yaparak konaklar arasında taşıyabildikleri deneysel olarak laboratuvar koşullarında veya normal popülasyonlardan toplanan örneklerde gösterilmiştir. Aynı şekilde kasık biti (*Phthirus pubis*) de laboratuvar ortamında etkin vektör olduğu gösterilmiş olmasına karşın kasık bitleri hastalık taşıdığı henüz kanıtlanmamıştır (121, 123).

2006 yılında Nepal'de çocuklardan (131), 2009 yılında ABD'inde evsizlerden (14), Etyopya (4) ve Senegal'de (16) ise hastalardan toplanan baş biti örneklerinde DNA esaslı tekniklerle *Bartonella quintana* saptandığı bildirilmiştir. Bu çalışmaların yanı sıra Marsilya'da evsizlerden toplanan baş biti yumurtalarında da *Bartonella quintana* DNA'sı saptanmıştır (5). Ayrıca Paris'te öğrenci grubundan toplanan baş biti örneklerinin %33'ünde *Acinetobacter baumannii* saptandığı bildirilmiştir (17). Vücut bitinin, baş

bitlerine göre patojenlere daha fazla vektörlük yapma özelliğine sahip olması bağışıklık sisteminin fagositik aktivitesine bağlı olduğu gösterilmiştir (80).

Pedikulosit direncinin artması, bazı coğrafi bölgelerde ve demografik gruplarda vücut biti popülasyonlarının yeniden ortaya çıkması, sürekli baş biti enfestasyonları ve baş bitinde vücut biti kaynaklı patojenlere yönelik yeni bulgular bit ve bit kaynaklı hastalıkların dünya çapında tekrardan bir halk sağlığı sorunu olarak ortaya çıkmasına neden olmuştur (15).

1.5.1. Siper humması

I.Dünya Savaşı sırasında ilk kez tanımlanan bu hastalığın etkeni gram negatif bakteri olan *Bartonella quintana'*dır. Siper humması (*B. quintana*) insidansı II. Dünya Savaşı'ndan sonra çarpıcı bir şekilde azalmasına karşın 1990'ların başında itibaren, gelişmiş ülkelerdeki kentsel evsiz popülasyonlarında artış ile tekrar önem kazanmıştır (19). *B. quintana*, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri, Hollanda, Etiyopya, Japonya, Rusya ve Meksika'daki evsizler ve ilişkili vücut bitlerinde Burundi, Ruanda, Zimbabwe ve Peru'daki mülteci, tutsak ve kırsal nüfusta rapor edilmiştir (53). Vücut bitlerinin vektörlük yaptığı bu enfeksiyonun insanlardan başka bilinen rezervuarı bulunmamaktadır. Bitlerde transovarial yolla bulaşım yoktur ve bitin dışkılarında bulunan *B. quintana* kaşınma esnasında bit dışkısı veya bitin ezilmesi ile konağa bulaşmaktadır. Baş bitlerinin herhangi bir hastalık etkenini taşımadığı düşünülmekteydi ancak son zamanlarda yapılan çalışmalarla *Bartonella quintana* ile enfekte *P. capitis* örnekleri saptanmıştır (131).

Kuluçka dönemi genellikle 15 ila 25 gün arasında değişen bu enfeksiyon asemptomatik olarak görülmesinin yanında kronik bakteriyemi, endokardit, lenfadenopati ve basiller anjiomatozis tablolarına neden olabilmektedir. Siper humması 2-4 gün süren baş ağrısı, bacak (özellikle tibiada) ağrısı ve baş dönmesi ile beraber izlenen yüksek ateş atakları ile karakterize akut başlangıçlı bir hastalıktır. Bu ataklar 4-6 günde bir tekrarlar ve sonraki her atakta genellikle şiddetinin azaldığı gözlemlenir. Semptomlar beş gün aralarla yeniden tekrarlaması nedeniyle bu hastalığa beş gün ateşi de denir. Kronik bakteriyemi ile endokardit özellikle evsizlerde daha sık görülmektedir. *B. quintana* endokarditi çoğunlukla vücut bitine maruz kalmış ve daha önce tarif edilen bir valvülopatisi bulunmayan kronik alkolik evsizlerde görülmektedir ve ilk olarak Fransa'daki üç evsiz erkekte bildirilmiştir (43, 52). Basiller anjiomatozis, çoğunlukla deriyi ilgilendiren vasküler proliferatif bir hastalıktır; Bununla

birlikte, dalak veya karaciğer gibi diğer organları da etkilemektedir. Hastalık, ilk olarak HIV pozitif hastalarda ve transplantasyon olgularında tanımlanmasına karşın nadiren bağışıklık sisitemi sağlam olan bireylerde de görülmektedir (52, 121).

Mortalite oranları çok düşük olan bu enfeksiyonun mikrobiyolojik tanısında serolojik tanı yöntemleri (indirekt immünofloresan testi), moleküler tanı yöntemleri (PCR) ve immünhistokimyasal testler kullanılmaktadır. Siper ateşinin sağaltımında farklı antibiyotikler kullanılmıştır. Kronik bakteriyemi olgularının sağatımında, gentamisin (günde bir kez 3 mg / kg intravenöz olarak 14 gün boyunca) ve doksisiklin (günde bir kez 200 mg oral yoldan) kombinasyonu 28 gün süreyle kullanılmalıdır. Endokardit olgularında ise bu kombinasyonun süresinin 42 güne kadar uzatılması önerilmektedir (125).

1.5.2. Epidemik tifüs

Epidemik tifüs, hayatı tehdit eden, geniş klinik bulgulara sahip akut ateşli ekzantemyasal bakteriyel bir hastalıktır ve etkeni *Rickettsia prowazekii*'dir (13). Yalnız insanlarda görülür ve insana sıklıkla vücut biti (*Pediculus humanus corporis*) ile bulaşır. Epidemik Tifüs etkeni *R. prowazekii*'nin laboratuvar ortamında baş bitinde varlığı ve vektörlüğü gösterilmesine karşın birçok coğrafyadan toplanan baş biti örneklerinde saptanamamıştır (123). Birincil enfeksiyondan yıllar sonra strese bağlı olarak nispeten hafif bakteremik tablo şeklinde ortaya çıkabilmekte ve Brill-Zinsser hastalığı olarak adlandırılmaktadır. Vücut biti enfestasyonlarının yaygın olduğu toplumlarda enfeksiyonun tekrarlama ve epideminin yeniden ortaya çıkma olasılığı yüksektir (13,121).

Dünyanın bazı bölgelerinde (Meksika, Orta ve Güney Amerika ve çok sayıda Asya ülkesi) halen endemiktir. Savaşlar ve olağanüstü durumlarda, genellikle yoksul ve soğuk bölgelerde, yetersiz hijyen ve kalabalık yaşam koşullarında insanların bir arada yaşaması esnasında şiddetli salgınlar görülebilmektedir (6).

Epidemik tifüs enfeksiyonu 10-14 günlük inkubasyon dönemi sonrası genellikle1-3 gün süren yaygın kas ağrısı, üşüme, titreme, ateş ve şiddetli frontal baş ağrısı ile aniden başlar. Takiben, olguların %20-40'ında 4-7 gün içinde gövdeden başlayan, basmakla solan makulopapüler döküntüler gelişir. Yüz, el ayası ve ayak tabanında döküntü görülmez. Döküntüler daha sonra deri altı kanamalar nedeniyle kırmızı-mor renge döner ve

basmakla kaybolmazlar. Döküntüler iz bırakmadan veya kahverengi pigmentasyonla iyileşir. Döküntülerin iyileştiği deri bölgesine sert bir cisim sürüldüğünde epidermis lifler halinde kalkar (Brauer'in lastik izi olayı). Hastalarda gözler sulanır ve fotofobi gelişir. Konjonktivalar ve yüz kızarıktır. Olguların %80'inde nöroloji bulgular görülebilir, ikinci-üçüncü haftalarda şuur bulanıklığı ve koma gelişebilir, solunum bulguları (%38-70) ve şok (%7) ile kendini gösteren bir klinik tabloya sahiptir. Laboratuvar bulgularında trombositopeni (%40), transaminaz düzeylerinin yükselmesi (%63) ve renal disfonksiyonu görülmektedir.

Antibiyotik öncesi dönemde mortalitenin %60'a kadar çıktığı tahmin edilmektedir; halen doğru tedavi edilen hastalarda mortalite oranı yaklaşık %4'tür. Kötü beslenme durumlarında, ölüm oranlarının %50'den daha yüksek olabileceği düşünülmektedir (13). Brill-Zinsser hastalığı olan hastalar hafif klinik bulgulara ve daha kısa bir hastalık süresine sahiptir (13,121).

Bu olguları tanısında klinik tanı büyük önem taşımaktadır. Bu enfeksiyona rickettsiyal antikorların saptanması için serolojik tanı yöntemleri tanı konulmaktadır. İndirekt floresan antikor testleri, lateks aglütinasyon testleri ile *R. prowazekii* ve *Rickettsia typhi* arasındaki ayrım için çapraz adsorpsiyon testleri ile kombine edilmiş western blott yöntemleri kullanılmaktadır. Epidemik tifüs hastalarında başlangıçta bir IgM antikorları vardır ve takiben bir IgG yanıtı varken, Brill-Zinsser hastalığında başlangıçta anamnestik bir IgG yanıtı vardır. Brill-Zinsser hastalığı olan hastalar *R. prowazekii'*ye karşı artmış IgG antikorlarına sahipken spesifik IgM antikorlarına sahip değildir. Ayrıca tanıda *R. prowazekii*'yi klinik örneklerden (kan veya deri biyopsisi) izole etmek için "Shell Vial" hücre kültürü ve R. *prowazekii'*ye spesifik gltA genini hedefleyen kantitatif real-time PCR yöntemleri kullanılabilir. Bu PCR tekniği çeşitli kaynaklardan alınan örnekleri değerlendirmekte kullanılabilir (13).

Epidemik tifüsün tedavisi tetrasiklin ve kloramfenikolün uygulanmasına dayanır. Her antibiyotik için 5 gün süreyle (veya defervesanstan sonra 2-4 gün süreyle) tedavi önerilmektedir (13). Salgın durumlarında tek bir 200 mg oral dozda doksisiklin etkili olabilir (120).

1.5.3. Epidemik tekrarlayan ateş

Epidemik tekrarlayan ateş, özellikle dünya savaşları sırasında 20. yüzyılın ilk yarısında dünya çapında birkaç milyon kişiyi etkileyen, *Borrelia recurrentis*'in neden olduğu bitlerle bulaşan bir enfeksiyondur (38). Hastalık

dünyada yaygın görülmemesine karşın, Kuzey ve Doğu Afrika'da halen önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir (97). Epidemik Tifüs enfeksiyonunda olduğu epidemik tekrarlayan ateş enfeksiyonları da vücut biti enfestasyonlarının yaygın olduğu kötü hijyen koşullarında yaşayan toplumları yoğun şekilde etkiler (121).

Borrelia recurrentis'in bilinen tek rezervuarı ve konağı insandır. Enfekte konaktan kan emerek enfeksiyonu olan bitler ömürleri boyunca enfekte kalırlar ve ancak transovariyal bulaşım yoktur. *Borrelia recurrentis* bulaş yolları *R. prowazekii'*ye benzemesinin yanında *Borrelia recurrentis* intakt mukoza ve cilt yüzeylerine nüfuz eder ve enfekte edebilir (121).

Hastalık aniden yüksek ateş, ağrı, iştahsızlık, kuru öksürük ve yorgunluk ile başlar. Hastalarda, ateş dışında baş, bel, eklem ve kas ağrıları, dalak büyümesi ve hafif bir sarılık görülebilir. Ateşin yüksek olduğu dönemlerde bakteri kanda bulunur. Cilt ve mukozal hemoraji, nörolojik, karaciğer ve böbrek tutulumu ile dalak rüptürü gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Sarılık, bit kaynaklı hastalıklar arasında epidemik tekrarlayan ateş enfeksiyonunu düşündüren önemli bir ipucudur (121). Hastalık ölümcül primer atağı takiben, klinik olarak daha az şiddetli, kısa süreli ve 7-10 gün aralıklarla ortaya çıkan bir dizi nüksle karakterizedir.

Bu enfeksiyonun tanısında çoğunlukla Giemsa ile boyanan kan preparatlarında Borrelia'nın saptanması ve PCR tanı yöntemleri kullanılmaktadır. Ölüm oranı, tedavi edilmemiş hastalarda %10'dan %40'a, doksisiklin veya eritromisin gibi antibiyotiklerle tedavi edilen hastalarda %2'den %4'e değişir. Bununla birlikte, hastaların %75'inde tedavi Jarish-Herxheimer reaksiyonuna neden olabilir; bu reaksiyon, 14 yaşın üzerindeki hastalarda özellikle yaygındır (20).

1.5.4. Diğer etkenler

Diğer bakteriyel patojenlerinin bulaşmasında vücut bitinin rolü hala tartışılmaktadır. Vücud bitinde yaygın olarak bulunan Acinetobacter baumannii'nın DNA'sı, dünya çapında toplanan 622 bitin%21' inde ve Paris'te (Fransa) 44 okuldaki 245 çocuktan toplan baş bitlerinde %24'ünde saptanmıştır (17, 88). Bununla birlikte bugüne kadar bir vücut biti tarafından bulaştırılan hiçbir A. baumannii enfeksiyonu bildirilmemiştir. 1940'lı yıllarda güney Fas'ta ailesinde başlayan bir salgın sırasında septisemik bir hastadan toplanan vücut bitlerinde Yersinia pestis'in saptanmış olması vebanın bulaşmasında bitlerin sorumlu olabileceği

şüphesini desteklemektedir. Laboratuar şartlarında deneysel olarak bitlerle vebanın bulaştırıldığı gösterilmiş olmasına rağmen (68), doğrudan bitin kan emmesi ile insanlara bulaş henüz kanıtlanmamaktadır; Veba için bu geçiş yolu daha fazla (20). Kongo Demokratik Cumhuriyeti'nde bir baş bitinde ve iki vücut bitinde Yersinia pestisinden DNA izlendi (119).

1.6. Pediculosis Kliniği

Pedikülozis capitiste genellikle sadece saçlı deri tutulmuştur. Fakat nadiren kaşlar, kirpikler, pubik bölge kılları veya sakallar da tutulabilir (128). Yumurtalar sıklıkla saçların daha sık olduğu, inkübasyon için sıcaklık ve nem ihtiyacının karşılandığı, böylelikle de yumurtaların kuruma riskinin azaldığı oksipital bölge ile retroaurikuler bölgelerde bulunur ve hareketli erişkin bitlere göre daha kolay saptanırlar (91, 95, 128, 140).

Olgular asemptomatik olabileceği gibi, en sık rastlanan semptom kaşıntıdır (91). Etken bit türüne göre kaşıntı baş, vücut veya kasık bölgesinde yoğunluk kazanmaktadır. Vücut bitinde kaşıntılı simetrili döküntüler sırtta, karında ve bacakların iç kısımlarında görülür ve yüz ve bileklerde görülmez ve bu dağılım uyuzun ayırıcı tanısında önemlidir. Baş bitlenmesinde %14-30 arasında değişen oranlarda kaşıntı bulunduğu bildirilmiştir (34). Uyuz ve tahtakurusu enfestasyonlarındakine benzer şekilde bitin tükürük salgısı komponentlerine karşı gecikmiş tip hipersensitivite reaksiyonu gelişir (51, 95, 128). Kaşıntının şiddeti, enfestasyonun süresi ve saçlı deride bulunan bit sayısı ile birlikte artış göstermekle birlikte sosyokültürel koşullara da bağlı olabilir (51).

Baş bitlenmesinin klinik bulguları birincil ve ikincil olarak iki gruba ayrılır. Birincil bulgular en sık saçlı deride retroaurikuler bölgede sıklıkla da eritemli zeminde yerleşmiş olan, şiddetli kaşıntılı, kırmızımsı, 2-3 mm çaplı papüllerdir (51, 128). Primer enfestasyonda bu bulgular 4-6 hafta sonra gelişirken, reenfestasyonda 24-48 saat sonra görülür. İkincil bulgular saçlı deride yaygın kaşımanın sonucudur. Tekrarlayan kaşıma saçlı deride epidermiste ekskoriasyonlara neden olurken tedavi edilmeyen olgularda devamlı kaşıma bağlı ülserler gelişebilir (51).

Sayısız yumurta ve canlı bitlerin bulunması halinde, saçlara yapışık kitlelerle karakterize plica polonica (plica neuropathica) tablosu görülebilir (113). Ekskoriasyonlar epidermisin doğal bariyer fonksiyonunu azaltır ve patojen mikroorganizmalar (tipik olarak *Staphylococcus aureus* ve streptokoklar) için giriş kapısı olarak saçlı deride impetijinizasyona yol açar.

Ayrıca bitler bu bakterileri enfekte alandan saçlı derinin sağlıklı alanlarına pasif olarak da taşıyabilir (93). Yapılan araştırmalarda baş biti ile enfeste olgularda %1,2-3 oranında bakteriyel süperenfeksiyon geliştiği bildirilmiştir (37, 63). Saçlı deride şiddetli pyoderma, düzensiz sikatrisyel alopesi alanlarına yol açabilir (91). Kronik enfestasyonlar ve persistan kaşıma, saçlı deride (en sık boyun bölgesinde) egzamaya (bit egzaması) yol açabilir (128). Bazen parazitin ısırık reaksiyonu otosensitizasyon dermatitine neden olarak viral egzantemi taklit edecek şekilde tüm vücutta yaygın, kaşıntılı makülopapüler veya büllöz döküntüye de yol açabilmektedir (pedikülid) (18, 142). Pedikülozis capitiste bazen servikal ve oksipital lenfadenopati, persistan süperinfeksiyonda bölgesel lenfadenopati (%11-60), kronik ve şiddetli enfestasyonlarda nadiren anemi, hafif ateş, halsizlik, irritabilite görülebilir (28, 34, 63, 91, 128, 139, 140).

Kaşıntı hissi eşiğinin geceleri azalmasına bağlı olarak, diğer deri hastalıkları ile benzer şekilde kaşıntının şiddeti uykunun ilk üç saatinde belirgin olarak daha fazladır. Bu durum baş bitlenmesinde sıklıkla uyku bozukluklarına ve bunun sonuçu olarakta olgularda konsantrasyon sorunları, yorgunluk ve okul performansında düşmeye yol açar (62, 67, 93).

Kasık bitlenmesinde (Phthiriosis) kaşıntı, kızarıklık ve mavimsi lekeler olmak üzere üç ana semptom gözlenir. Kasık ve kasık bölgelerinde kaşıntı ("pruritus") kasık biti enfestasyonunun en yaygın semptomudur ve kaşıntı daha çok geceleri olur. Diğer bit enfestasyonlarında olduğu gibi, şiddetli kaşıntı deride çizilmeye, sonrasında deride yaralara ve sekonder bakteriyel enfeksiyona neden olabilir.

Duyarlı kişilerde bitlerin kan emdiği karnın alt kısımları ve kalçaların iç kısımlarında kaşıntılı bölgede parmak basmakla kaybolan mavimsi ya da koyu mavi renkte kaşıntısız 0,5- 1 cm çapında maküler özellikte lezyonlar görülür. Maculae caerulae olarak adlandırılan nedeni belli olmayan bu lekelerin bitin tükürüğündeki bir maddenin hemoglobin üzerindeki etkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kasık biti enfestasyonu nadiren kirpikler, kaşlar, sakal, bıyık, koltukaltı çizgileri, göğüs, sırt gibi vücudun diğer kıllı bölgelerinde görülebilir (21, 133).

1.7. Pediculosis tanısı

Baş bitlerinin etkin ve uygun sağaltım için ön koşulu tanının doğru konulmasıdır. Hastanın enfestasyonunun aktif olup olmadığından emin olunmalı; böylece hastaya gereksiz sağaltım verilmeyerek hem hastanın

ilaçların toksik etkisinden korunması, hem de ilaçlara karşı direnç gelişmesinin önüne geçilmesi sağlanmalıdır.

Aktif enfestasyonda, konağın saçlı derisinde canlı bitler veya saç diplerinde içinde embriyo bulunan canlı bit yumurtaları bulunmaktadır. Aktif enfestasyonlu hastalar diğer bireylere bulaştırma riski taşır ve mutlaka sağaltılmaları gerekmektedir (65). İnaktif enfestasyonda ise saçlarda yaşayan ergin bit görülmezken saç köklerinde ölü/içi boşalmış bit yumurtaları bulunmaktadır. İnaktif enfestasyon geçirilmiş enfestasyonun göstergesidir. Bulaşma riski bulunmamakla birlikte sıklıkla kozmetik, sosyal, psikolojik ve ekonomik bir problem olarak karşılaşılmaktadır. Bu durumda bit yumurtalarının uzaklaştırılması en önemli amaçtır (65).

Aktif enfestasyon tanısı, canlı ergin bitin veya nimflerin konağın saçlı derisinde bulunması durumudur ve genellikle bu tanı doğrudan çıplak gözle inceleme (inspeksiyon) ile yapılır. Tercihen beyaz renkli çubuk ile saçı ayırarak saçlı deri sistematik olarak incelenir. Parazitin en sık görüldüğü bölgeler olan kulak arkası ve ense dikkatlice incelenir. Bu yöntem kolay, hızlı ve ucuz bir yöntemdir. Bununla birlikte, inspeksiyonla incelemede saçlı derinin tümü incelendiğinde bile duyarlılığı düşük bir yöntemdir. Yapılan birçok çalışmada, tarak yöntemi ile inspeksiyon yöntemi karşılaştırıldığında özellikle ıslak taramanın aktif enfestasyonun saptanmasında 3-4 kat daha etkin olduğu bildirilmiştir (10, 72, 98, 100). Bu çalışmalar inspeksiyonla aktif enfestasyon oranının düşük saptanabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak aktif enfestasyon saptanmasında inspeksiyon yöntemi gelişen ticari ve ekonomik koşullar nedeniyle önerilmeyen bir yöntem olmaktadır.

Baş biti enfestasyon oranı yüksek olan gelişmekte olan ülkelerdeki annelerin her gün bitler ve onların yumurtalarıyla yüz yüze gelmesi nedeniyle inspeksiyon duyarlılığı farklı olabilmektedir (Şekil 9). Endemik bölgelerde anneler tarafından yapılan nüfusa dayalı çalışmalarda inspeksiyonun duyarlılığının %35 ile %100 arasında değiştiği bildirilmiştir (115).

Tarak yöntemi baş biti tanısında uygulanan en güvenilir yöntemdir. Tarama ıslak ya da kuru saç üzerinde yapılabilir. Taraklar küçük nimfler ve yumurtalarda rahatlıkla saptanabilmesi için paralel yüzlü ve dişlerinin aralığı ≤0,3 mm olmalıdır. Plastik veya metal uçlu taraklar bu amaç için kullanılabilmektedir. Islak tarama altın standart olarak bilinmektedir. Saç nemlendiricileri uygulandığında bitler saç üzerinde hareket edememekte ve tarak yardımıyla kolayca saptanabilmektedir (Şekil 10). Tarama başın bir

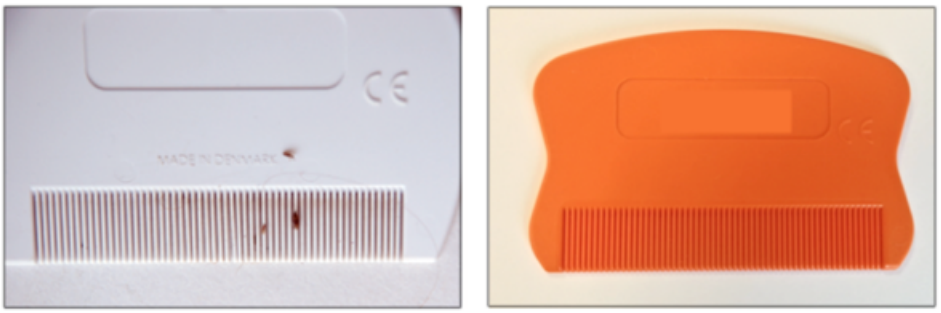
yanından diğer tarafına doğru sistematik olarak yapılmaktadır. Çocuklarda sistematik ıslak taramanın duyarlılığı düşük yoğunluktaki enfestasyonlarda bile %90 oranındadır ve yüksek yoğunlukta bu oran %100'e ulaşmaktadır (146). Bununla birlikte ıslak tarama yönteminde, deneyimli personele ve kuru taramaya oranla daha fazla maddi kaynağa gereksinim duyulduğu için bit kontrol programlarında uygulanması sınırlıdır.



Şekil 9. Saç telleri üzerinde bulunan baş biti yumurtaları (Foto: Mehmet Karakuş)

Baş biti enfestasyonlarında özel tarakların kullanılması ile; erişkin bitin kendisi bulunduğu için tanı konulması anlamında, bit uzaklaştırılmış olduğu için tedavi anlamında ve bu tarama işleminin düzenli olarak yapılması durumunda da baş bitleri erken safhada uzaklaştırılacağı için profilaksi anlamında yarar sağlanmaktadır. Böylelikle özel taraklar, baş biti enfestasyonlarının kontrolü için ideal bir araç haline gelmektedir (100).

Kasık bitleri kısa ve yengeç benzeri olup baş ve vücut bitlerinden çok farklı görünürler. Kasık biti istilası kasık bölgesinde saç üzerinde "yengeç" biti veya yumurta bularak teşhis edilir veya nadiren başka bir yerde vücut üzerinde (kaşlar, kirpikler, sakal, bıyık, koltukaltı, perianal bölge, kasık, gövde, kafa derisi) kasık biti ve nit çıplak gözle görülemeyecek kadar büyük olmasına rağmen, bir büyüteç mercek bit ya da sirke bulmak için gerekli olabilir.



Şekil 10. Plastik (a) ve metal (b) dişli baş biti tarağı (plastik tarak üzerinde tarama sırasında saptanan baş biti erişkini ve nimfleri görülmektedir).

1.7.1. Ayırıcı Tanı

Baş bitlerinin inspeksiyon yöntemi ile ayırıcı tanısında başka cisimlerle karıştırılabildiği için tarak yönteminin duyarlılığı daha yüksektir. Ayırıcı tanıda, iç kök kılıfı kalıntıları (pseudonit) ile *Piedraia hortae* ve *Trichosporon beigelii*'nin neden olduğu siyah ve beyaz piedra ile karışabilir (89).

Saçın yumuşak iç kök kılıfındaki keratin saç gövdesinden kurtulamaz ve bunun yerine, gövdeyi çevreleyen asimetrik yumuşak bir halka oluşturur. Bu görüntü bit yumurtalarına çok benzerlik gösterdiği için iç kök kılıfı kalıntısına pseudonit adı verilir (89, 134).

Insecta sınıfı *Psocoptera* takımında yer alan Psocidler (ağaç biti), nadiren saçlı deride enfestasyona neden olurlar ve morfolojik olarak baş bitine çok benzerler. Psocidlerin bitlere göre baş, ağız parçaları, arka bacakları daha büyük ve antenleri uzundur. Bu özellikleri ile de bitlerden ayırt edilirler (47, 82).

Ayırıcı tanıda sirkeler kepekler, seboreik dermatitlerdeki pullar ve saç spreyi ile karışabilir (82, 136). Kesin tanı mikroskobik inceleme ile konur. Saç teli üzerinde bulunan yapının bit yumurtası olup olmadığını anlamak için saç teli iki parmak arasında tutularak sıyrılır, eğer sirke değilse çok kolay bir şekilde saç telinden ayrılarak uzaklaştırılabilir ancak sirke ise saç telinden uzaklaştırılamadığı gibi parmaklar arasında saç teline yapışmış bir yapı olduğu kolayca hissedilir.

Bununla birlikte baş biti enfestasyonunun tanısı bitlerin boylarını ve şekillerini bilmeyen deneyimsiz sağlık personeli tarafından yapılmakta; bu da yanlış tanıya (aktif-inaktif infestasyon ayırımında) neden olmaktadır (118).

Yumurtaların saç derisine olan uzaklığına bakılarak canlılığı için bir fikir sahibi olunabilir. Nimfler tahminen yumurtadan 10 gün içerisinde çıkmakta ve çocukların saçları 1 ay içerisinde 10 mm'ye ulaşmaktadır. Bu nedenle saç

derisinden 10 mm'den uzakta olan yumurtalar embriyo taşımamaktadırlar. Aksine, yumurtaların saçlı deriye yakın olarak yapışması aktif enfestasyonu düşündürmektedir. Saçlı deriden uzaklığı 7 mm'ye kadar yumurtaların bulunması aktif enfestasyonu düşündürmelidir. Bununla birlikte farklı çalışmalar yumurtaların saç derisine yakın yerde varlığı aktif baş biti enfestasyonu anlamına gelmediğini göstermiştir (118).

Bitlerin varlığını dolaylı olarak gösteren birçok işaret bulunmaktadır. Saç derisinin kaşınması ve sabah uyanıldığında görülen kirli yastıklar gibi belirtiler tedavi yapılması için yeterli değildir. Saç derisinin kaşınması bitten başka egzema ya da sivrisinek ısırmasından dolayı gerçekleşebilmektedir.

Baş biti tedavisinin uygulanması için canlı erişkin veya nimf safhasında baş bitlerinin görülmesi gerekmektedir. Sadece baş biti yumurtalarının saptanması, bu yumurtaların durumu (içinde embriyo olup olmadığı) hakkında bilgi sahibi olunmadıkça tedaviye başlamak için yeterli değildir.

1.7.2. Vücut Biti Tanısı

Vücut biti enfestasyonları modern gelişmiş toplumlarda nadir görülür, ama doğal felaketler veya savaş durumlarında epidemiler gösterebilir. Aynı zamanda hijyenin iyi olmadığı sosyo kültürel düzeyi düşük toplumlarda sporadik olarak görülür.

Tanısı giysilerin dikiş yerlerinde bit ve/veya yumurtaların görülmesi ile konur. Özellikle vücut ısının yüksek olduğu bölgelerde (koltuk altı, bel bölgesi vs) daha sık karşımıza çıkmaktadır. Ayırıcı tanısında erken enfestasyon döneminde atopik dermatit, alerjik kontakt dermatit, irritan kontakt dermatit, ilaç reaksiyonlarını ve viral enfeksiyonlarla çok fazla karıştırılabilir (82).

1.7.3. Kasık Biti Tanısı

Kasık biti (*Phthirus pubis*) baş ve vücut bitinden farklı görünümdedir, vücutları daha geniş ve kısadır, yengeçe benzer arka ayakları vardır. Enfestasyon doğrudan yakın temas yoluyla ve sıklıkla cinsel ilişki ile bulaşır. Bu nedenle kasık biti saptanan hastalar diğer cinsel yolla bulaşan hastalıklar yönünden iyice araştırılmalıdır (114). Kasık biti, pubik kıllara çok sıkı tutunur ve kan emmek için her defasında deri seviyesine iner. Ağır enfestasyonlarda bit vücut kıllarına ve hatta kaş ve kirpiklere bile yayılabilir. Kasık bitleri çıplak gözle rahatlıkla görülür ve yakından incelendiğinde hekim için tanısı genellikle kolaydır. Vücut kıllarında bitin ve/ veya yumurtalarının varlığı ile aktif enfestasyon tanısı konur. Pubik bölge kıllarındaki yumurtalar piedra ve trichomycosis pubis ile çok rahat karışmaktadır (11, 82).

2. TEDAVİ

Pedikülozis Türkiye'de ve dünyanın birçok bölgesinde okul çağındaki çocuklar için önemli bir halk sağlığı problemidir (58). *Pediculus capitis* neden olduğu enfestasyon ile bireyler için kişisel ve sosyal rahatsızlığa, çocuklarda okula devamlılığın ve okul başarısının düşmesine ve huzursuzluğa neden olabilmektedir (103). Bu nedenle baş bitinin etkin tedavisi ve kontrolü son derece önemlidir.

Baş bitlenmesinde klasik olarak, (**i**) topikal insektisid uygulanımı, (**ii**) ıslak saçın sık dişli tarakla taranması ve (**iii**) oral tedavi olmak üzere üç temel tedavi seçeneği bulunmaktadır, ancak en sık kullanılanı nörotoksik etkiye sahip çeşitli insektisitleri (lindan, malathion ve permetrin vs) içeren değişik formülasyonlardır.

2.1. Bitlerin Sinir Sistemine Toksik Etkili Pedikülositlerle Tedavisi

Günümüzde kimyasal pedikülositler (malathion, benzil benzoat ve özellikle %1'lik permetrin) önemli yan etkilerine karşın baş biti enfestasyonlarının tedavisinde en yaygın kullanılan ajanlardır.

Etkisini bitlerin merkezi sinir sisteminde aşırı uyarılma oluşturarak gerçekleştiren, klorlu bir hidrokarbon olan lindan, %1'lik şampuan formuyla yıllarca saç bitlerine karşı en sık tercih edilen ürünlerden biridir (30). Zaman içinde dünyanın birçok bölgesinde, saç bitlerinin lindana direnç geliştirdiğinin de ortaya çıkmasıyla artık tercih edilmeyen bir ürün haline gelmiştir. Lindanın yerine sonraki dönemde sentetik piretrinler (piretroidler) ile birlikte malathion ve karbaril gibi asetilkolinesteraz inhibitörü ajanlar kullanılmaya başlanmıştır (78).

Organik fosfatlı bir bileşik olan ve son derece toksik olması nedeniyle sadece topikal uygulamalarda kullanılabilen malathion artropodlarda kolinesteraz enzimini inhibe eder ve oluşan bu nörotoksik etkisiyle onları hemen öldürür. Malathion'un %0,5'lik losyonu baş ve kasık biti olgularının sağaltımında kullanılmaktadır. Malathion etkisini sadece erişkin bitler üzerinde değil yumurtalar üzerinde (ovisidal etki) de göstermektedir (78, 127).

Veterinerlikte yaygın olarak kullanılan bir makrolid olan ivermektin, çok sayıda nematod, eklem bacaklı ve akara etkilidir. İnsanlarda ise ivermektin, *Onchocerca volvulus*'a, *Strongyloides stercoralis* enfeksiyonuna, uyuz ve deri larva migransına karşı yaygın olarak kullanılmaktadır. Etkisini, merkezi sinir sisteminde gama amino bütirik asit (GABA) ve glutamatın iletici

olduğu sinapslarda blokaj yoluyla gerçekleştiren ivermektin, parazitte felç ve daha sonra ölüme neden olmaktadır. Saç bitinin tedavisinde ivermektinin hem ağız yoluyla hem topikal uygulamada başarılı olduğu bildirilmektedir (30).

Permetrin, *Chrysanthemum cinerariefolium* bitkisinin çiçeklerinin kurutulmasıyla elde edilen ve piretrin adı verilen maddenin sentetik bir bileşiğidir. Piretrine yapısal olarak ve insektisitlere yönelik etkileri bakımından benzeyen sentetik maddelere "Piretroid" adı verilir (78). Permetrin ($C_{21}H_{20}CL_2O_3$), kimyasal olarak piretrine oranla çok daha dengeli olması, nadir yan etkilerinin görülmesi ve kolay uygulanması nedeniyle saç bitinin tedavisinde özellikle tercih edilmektedir (127).

Piretroidler, bitler üzerindeki etkilerini hücre membranları üzerinde bulunan voltaj değişikliklerine duyarlı sodyum kanallarının (VDSK) sürekli açık kalmasını sağlamak suretiyle (depolarizasyon yaparak) bitleri felç ederek etkisiz hale getirirler (78).

Tedavide permetrinin %1'lik losyonu saç ve kasık biti tedavisinde kullanılmaktadır. Piretroidlerle tedavide ovisidal etkinin yeterli olmaması nedeniyle 10 gün sonra tedavinin tekrarı gerekmektedir, ancak bu dezavantaj permetrin için söz konusu olmadığından tek doz uygulama ile dahi etkili sonuç alınabilmektedir. (36, 78, 127). Permetrin henüz saça uygulandığı sırada erişkin bitleri öldürdüğü gibi uzun süren rezidüel etkisiyle yumurtadan henüz çıkan nimfler üzerinde de oldukça etkilidir. Bununla birlikte, bu uzun süreli etkisi nedeniyle permetrine direnç gelişimi riski de oldukça yüksek olup son yıllarda dünyanın birçok bölgesinden permetrine dirençli olgu sayılarında artış gözlenmektedir (22).

Saç bitlerinin tarakla uzaklaştırılması yolu en eski tedavi yöntemlerinden biridir. Günümüzde gelişen teknolojiye paralel bit taraklarının tasarımlarında da gelişmeler olmuş, özel malzemelerle hazırlanan ve diş aralıkları oldukça daraltılan yeni bit tarakları ile saç bitlerinin saptanması ve uzaklaştırılması daha kolay hale gelmiştir. Son çalışmalar, saçların düzenli olarak bir nemlendirici kremle ıslatıldıktan sonra bir bit tarağı ile taranmasının etkili bir korunma yöntemi olabileceğini göstermektedir (64).

Bit taraklarının saç bitlerinin saptanması ve uzaklaştırılmasında etkili olabilmesi birtakım etmenlere bağlıdır. Kullanılan malzeme plastik ise, tarağın aynı anda hem sağlam hem esnek olmasını sağlayan akrilonitril butadien stiren (ABS) içermesi ve dişlerin uç kısmının baş derisini zedelemeyecek şekilde yuvarlatılmış olması son derece önemlidir. Bunun

dışında tarağın dişleri arasındaki açıklığın, ortalama genişliği 0.33 mm olan bit yumurtalarını yakalayıp hapsedecek kadar dar olması da gerekmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda, özel tasarımlı bit taraklarının etkinliklerinin diş açıklığı yanında kullanılan malzemenin kalitesi ve şekli ile de ilişkili olduğu gösterilmiştir (64, 85).

2.2. Tedaviye Direnç Gelişim Mekanizmaları

Saç bitlerinin kimyasal pedikülositlere direncinden bahsetmeden önce, uygulanan tedaviler sonrası bitlerin gerçekten ölüp ölmediklerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi son derece önemlidir. *Pediculus* türleri solunum ve dolaşım faaliyetlerinin memeliler kadar sinir sistemine bağımlı olmadığı için sinir sistemlerinde geri dönüşü mümkün olmayacak derecede hasar oluşabilmesi gerektiğinden, tam olarak öldükleri anı belirlemek oldukça zordur. Bu nedenle Dünya Sağlık Örgütü saç bitlerine etkili ajanların etkinliklerinin uygulamadan 24 saat sonra değerlendirilmesini, aksi takdirde etkinlik düzeylerinin beklenenden yüksek çıkabileceğini bildirmiştir (30, 149). Bu durum gerek pedikülosit etkinliğinin değerlendirilmesi gerekse tedavi edici ajana direnç konularında son derece önemlidir.

Piretroidlere direnç değişik mekanizmalarla ortaya çıkabilmektedir. Bunlar arasında, ilacın toksik etkisini azaltıcı mekanizmaların güçlenmesi, hedef bölgede değişiklik oluşması, sinir membranında duyarlılık düşüşü ile piretroidlerin öncelikli hedef bölgelerinin azalması sayılabilir. Piretroidlerin çeşitli nedenlerle derinin kütiküla tabakasından geçişlerinin azalması, metabolizmanın hızlanmasına bağlı hızla yıkıma uğramaları, atılım hızlarının artışı da direnç gelişiminde önemli rol oynamaktadır (29).

2.2.1. Permetrin Direnci

Nörotoksik pedikülisitler aşırı kullanımı (Organofosfatlar: malathion, karbamat [karbaril], piretrin [krizantem ekstresi]) ya da piretroidlerin (sentetik türevleri: permetrin, fenotrin, deltametrin), dünya genelinde özellikle sentetik piretroidlerden permetrine karşı dirençli bit populasyonun artışına yol açmış ve bit enfestasyonunun sağaltımında başarı oranı azalmıştır (48, 77). Yapılan çalışmalarda permetrin etkinliği 1990'larda %97 iken 2010'da %30'a düştüğü bildirilmiştir (27).

1990'lı yılların başında Fransa, Çek Cumhuriyeti, İngiltere, İsrail ve ABD'de yapılan çalışmalar sonrası permetrine karşı *P. capitis*'lerin direnç geliştirdiği bildirilmiştir. Daha sonraki yıllarda Arjantin (1998), Japonya (2003), Avustralya (2003) ve Danimarka (2005)'da benzer direnç olguları ortaya

çıkınca permetrin direncinin dünya çapında bir sorun olduğu görülmüştür (87, 127). Türkiye'de bugüne dek yapılan ve henüz yayınlanmamış tek çalışmada, Manisa'daki ilköğretim çocukları arasında yapılan bir saha çalışmasında toplanan saç bitlerinin %86,2'sinde permetrin direnci olduğu moleküler yöntemlerle gösterilmiştir (Balcıoğlu İC, yayınlanmamış veri).

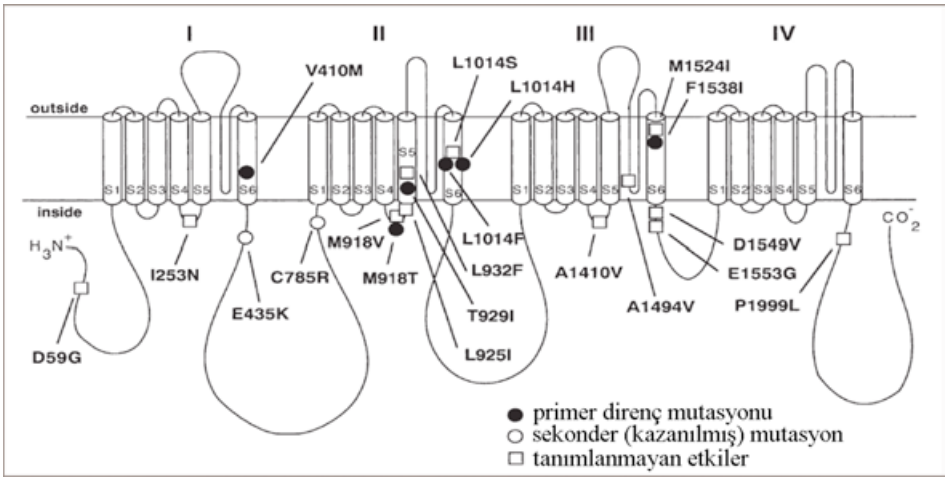
Permetrin direncinin ortaya çıkmasında sitokrom P450 monooksigenazın önemli rol oynadığı, esas mekanizmanın ise sinir sistemindeki sodyum kanallarında meydana gelen değişiklikler olduğu ve bu değişiklikler nedeniyle ilacın *P. capitis* erişkinleri üzerinde etkili olamadığı belirlenmiştir. "Knockdown resistance" (kdr) olarak isimlendirilen bu nokta mutasyon, bitlerde bulunan sodyum kanallarını kodlayan gende permetrine sinirsel duyarlılığın azalmasına yol açmakta, zaman içinde ilacın etkinliğini ortadan kaldırmaktadır (Şekil 10) (56, 64, 84).

Permetrine duyarlı ve dirençli saç bitlerinin gen dizilerinin karşılaştırılması sonrası, permetrin direncine yol açan üç noktasal mutasyon (M815I, T917I, L920F) gösterilmiştir. Bunlardan M815I ile L920F'nin birlikte bulunduklarında bitlerin permetrin duyarlılığında 2-3 kat düşüş yarattığı, T917I'nın ise tek başına direnç oluşturabildiği gösterilmiştir. Saç bitlerinde permetrin direncinin ölçülüp belirlenmesinde hızlı, duyarlı ve basit olması nedeniyle kantitatif gen dizileme (quantitative sequencing, QS) yöntemi en uygun yöntem olarak önerilmektedir. QS ile geniş çaplı toplum taramaları yapılabilmekte, belirli bir yöredeki permetrin direnci etkin bir şekilde gösterilebilmektedir (64).

2.2.2. Malathion Direnci

Baş bitlerinde permetrin dışında malathion direnci de bugüne dek İngiltere, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Danimarka ve Avustralya'dan bildirilmiştir. İngiltere'den bildirilen olgularda direnç oluşumuna asetilkolinesteraz enziminde oluşan değişiklikler neden olurken, ABD'den bildirilenler çoğul direnç mekanizmaları ile ilişkili bulunmuşlardır (44). İngiltere'de yapılan bir çalışmada, malathion ve permetrine birlikte dirençli baş bitleri tespit edilmiştir (42).

Bitlerdeki direnç mekanizmalarının belirlenmesi yüzyıllardır insanlık için ciddi bir sorun olan saç bitleriyle mücadelede başarı sağlayan, yeni ve etkili ilaçların üretilmesine gereksinim yaratmıştır. Mutasyonlar dışında bitlerdeki detoksifikasyon mekanizmalarının tam olarak ortaya çıkarılmasıyla, metabolik direncin varlığını gösterebilecek yeni tanısal ürünler geliştirilmektedir.



Şekil 10. Voltaj değişikliklerine duyarlı sodyum kanallarında mutasyonların en çok izlendiği alfa alt ünitesi (138).

Buna bağlı olarak da saç bitinin tedavisinde yeni seçeneklere gereksinim arttığından son yıllarda içeriği ve bitler üzerindeki etki mekanizması farklı yeni ajanlar piyasaya sunulmuştur. Permetrin direncinin malathion için de geçerli ve beklenenden daha yaygın olabileceği yanında kimyasal pedikülositlerin hastalarda neden olabildiği nörotoksik yan etkiler nedeniyle bir süre sonra kullanımdan tamamen kalkmaları güçlü bir olasılıktır.

2.3. Bit sağaltımında yeni ürünler

Modern sentetik insektisitler kullanılmaya başlanılmadan önce doğal insektisitler olarak adlandırılan piretrinler, çay ağacı yağı [tea tree oil], yalancı tespih ağacı yağı [neem oil], acıağaç tentürü [Quassia tincture], ylang ylang, Hint ayvası [custard apple], karanfil yağı [clove bud oil], Afrika çalı çayı yağı [African bush tea oil], Hindistan cevizi yağı [coconut oil], bitkisel yağlar [zeytinyağı, soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı] ve okaliptüs yağının içinde olduğu grup ektoparazitlere karşı yaygın olarak kullanılmaktaydı Başlangıçta modern sentetik (kimyasal) insektisitler doğal (biyolojik) insektisitlerin yerini alsa da sonraki yıllarda bu insektisitlere karşı direncin artması, sentetik piretroidlerin yüksek maliyeti, çevre, iş ve gıda güvenliği ile yüksek toksisitesi yeniden baş biti tedavisinde doğal insektisitlere doğru eğilimi arttırmıştır (135). Modern sentetik insektisitler nörotransmiter reseptörler, iyon kanalları, membran transport yollarını hedef alarak ektoparazit üzerine etkisini göstermektedir. Doğal insektisidler de sentetik insektisitlere benzer etki mekanizmasına sahiptir (141). Doğal

bitkisel kökenli olan insektisitler birden fazla bileşene sahip olmaları nedeniyle direnç gelişme riski daha az olmaktadır (96).

Genelde bitkisel kaynaklı insektisitlerin çoğu, böceğin sinir sistemi üzerinden etkisini göstermektedir. Bu ürünlerin memeliler için toksitesi çok düşük olmasına karşın, bazıları sentetik insektisitlere göre daha yüksek toksiteye sahiptir. Bu nedenle doğal bitkisel kaynaklı ürünlerin terapötik ilaç olarak kullanılması için biyogüvenirlilik ve toksikolojik testler ile doğrulanması gerekmektedir.

Günümüzde eski ajanların direnç ve biyogüvenlik sorunlarının giderilmesi umuduyla geliştirilmekte olan yeni pedikülosit ürünler için "altın standart" olarak aranan özellikler, hızla nimf ve erişkin bitleri öldürmesi, ovisidal etkisi ile ikinci bir tedavi ihtiyacını ortadan kaldırması, kolay uygulanabilmesi, toksikolojik açıdan güvenli olması, düşük maliyetli olması ve gecikmiş direnç gelişimine sahip olmasıdır (1, 55). Yeni ajanlar farklı etki mekanizmaları ile tekrar uygulama ihtiyacını azaltmak için tasarlanmıştır. Bununla birlikte, maliyetleri piretrinler/piperonyl butoksit veya permetrinlerden çok daha fazladır. Bu ajanlar; benzil alkol, spinosad, oxyphtirine, topikal ivermektin ve özellikle dimetikondur.

Spinosadlar, GABA ve nikotinik asetilkolin reseptörlerini bloke eder ve sinir sisteminin aşırı uyarılması (hipereksitasyon) sonucu gelişen paraliz ile böcekleri öldürür. Spinosad asetilkolin gibi davranarak sinaps boyunca uzayan elektriksel uyarılar sinir hücrelerini aşırı derece uyarır. Felç, birincil etki değildir, ancak uzun süreli sinir sistemi hipereksitasyonu ile nöromüsküler yorgunluğa yol açar (129).

%5 benzil alkol losyon (Ulesfia®) FDA tarafından 2009 yılında 6 ay ve üzeri hastalarda baş biti tedavisinde kullanımına izin verilmiştir. Nörotoksik olmayan bu ajan, solunum yollarını tıkayarak asfiksiye neden olur ve biti boğarak etkisini gösterir. Ovasidal etkiye sahip değildir. Benzil alkol 6 ay ve üzeri yaşlarda güvenle kullanıldığında ise %75 tedavi başarısı elde edilebilmektedir. Ovisidal etkinliğinin az olması nedeniyle benzil alkol 7 gün sonra ikinci kez uygulanmalıdır. Kinik çalışmalarda, benzil alkolün yan etkileri; kaşıntı (%12), eritem (%10), piyoderma (%7) ve oküler irritasyon (%6) olarak bildirilmiştir (94).

Altı ay ve üzeri hastalarda baş biti tedavisi için FDA tarafından Şubat 2012 yılında onaylanan son ürün %0,5 ivermektin losyon (Sklice®)'dur. İvermektin, toprakta yaşayan *Streptomyces avermitilis* bakterilerinden fermantasyon yolu ile

elde edilen bir antihelmintik olup onchocerciasis ve strongyloidiasis gibi paraziter enfeksiyonların tedavisinde oral olarak kullanılmaktadır. Parazitlerin sinir ve kas hücrelerinde glutamat aracılı klorid kanallarına bağlanarak etkisi gösterir. Bu bağlanma sinir ve kas hücrelerinde permeabilite artışına ve paralize, sonrasında da bitin ölümüne sebep olur (130).

Son birkaç yıl içerisinde baş biti enfestasyonunun sağaltım ve kontrolünde nörotoksik etken maddeli ürünlerin yerine fiziksel yollarla etkisini gösteren yeni ürünlere, özellikle de silikon bazlı ürünlere, yönelim artmıştır. Bu bileşikler, insanlar için toksik olmaması ve etki mekanizmalarına karşı direnç gelişimi mümkün olmaması nedeniyle baş biti tedavisi ve kontrolü için özel bir öneme sahiptir.

Dimetikon (polidimetilsilikon) düşük yüzey gerilimine sahip ve bu yüzden tüm yüzeyleri kaplama özelliği olan sentetik bir silikon yağıdır. Dimetikon inorganik silikon-oksijen (..-Si-O-Si-O-Si-O..) ana yapısı ile silikon atomuna yapışan metil halkasından oluşmaktadır. Polimer zincirinin uzunluğu moleküler ağırlığını ve viskozitesini belirler ve bu da dimetikonun sürülme ve yayılma gibi özellikleri ile yakından ilişkilidir. Silikon yağı çoğunlukla şampuan, saç kremi, vücut losyonu ve benzeri kozmetik ürünlerinde ve tıpta yaygın olarak güvenle kullanılmaktadır (150).

Oral dimetikon postoperatif dönemde ve intestinal infant koliklerinde gastrointestinal yakınmaları gidermek için antiflatulan olarak kullanılmaktadır. Oral alım sonrası fizyolojik olarak etkisiz olan dimetikon ince bağırsaklarda absorbe edilmeden, dolasıyla metabolize olmaksızın değişikliğe uğramadan dışkı ile atılır. Hayvan modellerinde topikal ve oral kullanımlarının teratojenik, genotoksik veya kanserojenik etkisinin bulunmadığı gösterilmiştir. Dimetikonun deride iritasyon yaptığı veya duyarlılığı arttırdığı gözlenmemiştir (101).

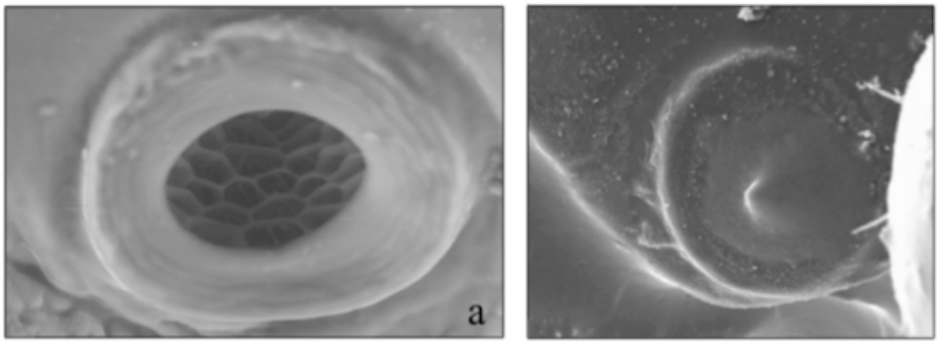
Toksik olmayan ve yan etki göstermeyen dimetikon, çocuklarda ve gebelerde dahi güvenle topikal olarak kullanılabilmektedir. Bu özellikleri nedeniyle baş biti sağaltımında farklı viskozite ve konsantrasyonlarda dimetikon içeren ürünler yeni bir sınıf kullanılmaktadır.

Dimetikon bitin dış yüzeyini kaplar, solunum sistemine girerek trakea ve hava deliğini tıkar. Yapılan çalışmalar, düşük yüzey gerilimi ve yüksek yayılım özelliği gösterecek şekilde formüle edilen yüksek konsantrasyonda (%92) dimetikon içeren, ürünlerin bitin solunum sistemine vücut üzerindeki solunum delikleri aracılığı ile derinlemesine ve hızla nüfuz ederek etkisini

gösterdiği, tüm trakea sistemine girerek bitin hava almasını engellediği ve böylece bitin ölümüne neden olduğunu göstermiştir (Şekil 11) (122). Daha düşük viskoziteye sahip olan %92 dimetikon solüsyon, daha yüksek viskoziteye sahip %4 dimetikona göre erişkin bitlerdeki solunum deliğinden girişine benzer şekilde yumurtaların aerofillerinden de daha kolay bir şekilde girebilmektedir. Bu nedenle daha yüksek ovisidal etki göstermektedir (66). Yüksek ovisidal etkinliği nedeniyle, yüksek konsantrasyon dimetikon mükemmel bir baş biti tedavi seçeneğidir ve dirençli suşların prevalansı yüksek olan bölgelerde son derece etkili olarak kullanılmaktadır.

Düşük konsantrasyonda dimetikon (%4) ile yapılan çalışmalarda solunum delikleri ve trakeyi tıkayıp, bitin su dengesini bozarak ozmotik stres ve bağırsak rüptürü ile ölümüne neden olduğu ileri sürülen farklı bir etki mekanizması bildirilmesine karşın bitlerin asfiksiye bağlı olarak fiziksel yollarla öldüğü noktasında ortak görüşe varılmıştır (23, 24).

Dimetikon bazlı ürünler etkisini fiziksel yollarla göstermesi nedeniyle nörotoksik etkili kimyasal pedikulositler gibi direnç gelişimi beklenmemektedir ve bu durum baş bitinin kontrolü açısından büyük bir öneme sahiptir. Klinik olarak, bu tür preparatların her türlü formülasyonunun nörotoksik pedikülositler ile karşılaştırıldığında daha yüksek düzeyde etkinlik gösterdiği (Tablo 2), bunun en önemli nedeninin de etki mekanizmasının insektisitlerdeki gibi fizyolojik değil fiziksel yolla olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir.



Şekil 11. Solunum deliklerinin dimetikon a. uygulama öncesi ve b. sonraki SEM görüntüleri (25).

Tablo 2. Klinik çalışmalarda fiziksel etkili pedikulositlerin nörotoksik insektisitler ile tedavi sonuçlarının karşılaştırılması (24).

Fiziksel etkili pedikulositler	**Solvent**	**Tedavi oranı (%)**	**Nörotoksik insektisitler**	**Tedavi oranı (%)**	**Tedavi süresi (g)**
%4 dimetikon	Siklometikon	76,9	%0,5 Malatyon	34,5	14
%4 dimetikon	Siklometikon	97,1	-	-	14
%92 dimetikon	Trigliserit, jojoba mumu	97,2	%1 Permetrin	67,6	9
%50 isopropil miristat	Siklometikon	96,6	-	-	21
%50 isopropyl myristate	Siklometikon	63	%0.33 Piretrum + %4 piperonil butoksit	22,2	21
%50 isopropyl myristate	Siklometikon	82,0	% permethrin	19,3	14

3. KORUNMA

Halk arasında sağlık problemi olmaktan çok sosyal bir problem olarak da görülen baş biti, yaygın olarak baş başa yakın temas ile bulaşır. Bununla birlikte bulaşın, daha az sıklıkla enfeste birey tarafından kullanılan şapka, eşarp saç kurdele, tarak, fırça, havlunun ortak kullanımı ya da paraziti taşıyan cansız objelerle (yatak, kanepe, yastık, halı) temasla olduğu düşünülmektedir. Bulaş okulda ve evde oyun sırasında (spor faaliyetleri, oyun alanları, kamp ve uyku partileri) sık görülmektedir. Bireyleri kolayca bitlerden temizlenebildiği halde bitleri toplumdan temizlemek oldukça zordur. Bu enfestasyondan korunmada ilk olarak enfeste bireylerin saptanıp sağaltımının yapılması gerekmektedir. Bu nedenle enfestasyonun en sık görüldüğü okul, hapishane ve benzeri toplu yaşam alanlarında düzenli taramaların ve sonrasında enfeste bireylerin sağaltımının yapılması gerekmektedir.

Tarak şapka giyecek ve yatak takımları gibi kişisel eşyaların ortak kullanımının önlenmesi, kişisel hijyene önem verilmesi ve şüpheli cinsel ilişkiden kaçınılması koruyucu önlemlerde dikkat edilmesi gereken hususlardır. Bireylerin, öğretmenlerin ve ailelerin baş biti konusunda eğitilmesi, baş biti enfestasyonuna yönelik farkındalığı arttırılması, erken tanı ve tedavi enfestasyonun yayılımının önlenmesi açısından önemlidir. Son çalışmalar, saçların düzenli olarak bir nemlendirici kremle ıslatıldıktan

sonra bir bit tarağı ile taranmasının etkili bir korunma yöntemi olabileceğini göstermektedir (64).

Birçok ülkede nörotoksik pedikülosit ürünlerin tedavideki başarısızlığı, koruyucu yöntemlere ve özellikle de repellentlere doğru yönelimi arttırmıştır. Genellikle repellentler artropodların ısırmasına karşı kişisel korunma sağlamak için kullanılmaktadır. Günümüzde repellentler vektör kaynaklı hastalıkların taşınmasını engellemek için kullanılan en etkin yollardan biridir. Bu repellentler vektörün kemoreseptör organlarını aşırı duyarlı hale getirir ve insandan kan emme isteğini azaltır. Bu nedenle ilk bit repellentleri sivrisineklere karşı etkili olduğu bilinen kimyasallar arasından seçilmiştir.

Bit prevalansının ve buna bağlı farkındalıkta görülen artış, reçetesiz olarak satılan ve etkinliği hakkında fazla bilgi sahibi olunmayan baş biti repellentlerinin sayısında anlamlı artışa neden olmuştur. Sentetik kimyasalların piyasaya sürülmeden önce dikkatlice incelenmesi gerekirken, bitkisel formülasyonlar ve fitokimyasalların etkinliği veya toksisitesi de test edilmelidir (33).

Repellentin amacı hedeflenen konaktan artropodu uzaklaştırmak veya kovmaktır. Mekanizmaları farklılık göstermektedir. Bazıları mekanik bariyer oluşturarak, bazıları reseptörlerden bir yanıt ortaya çıkararak bilinmeyen nedenlere bağlı olarak tiksintiye dönüştürerek, bazıları konağın çıktılarını kamufle ederek, bazıları ise reseptör fonksiyonunu engelleyerek etkisini göstermektedir (32).

Yapılan az sayıdaki çalışma, bit repellentlerinin etki mekanizmasını tam olarak gösterememiş, sadece iticiliğe odaklanmıştır. İticilik çok farklı mekanizmalar ile ortaya çıktığı ve baş biti konaklar arasında kolayca hareket edebildiği için tek bir kaçınma yöntemi olarak kullanılmamalıdır. Yapılacak çalışmaların irritasyon, bulaştırma inhibisyonu, beslenme davranışını engelleme (bitin repellent uygulanan alanda kalmasına, ama ısırdıktan sonra kan emmeyi ret etmesi) ve ısırmadan vazgeçirmeye (bitin repellent uygulanan alanda kalmasını ama ısırmaya teşebbüs etmemesi) odaklanması gerekmektedir. Bit, repellent uygulanan saç ile temas ettiğinde bulaş inhibisyonu ortaya çıkar ve repellent uygulanan alana geçmeyi ret eder. İrritasyon bitin uyarana ne şekilde cevap verdiğine bağlı olarak üç şekilde ortaya çıkmaktadır; tropotaxis (bitin repellentten bulunan alandan uzaklaşma hareketi), orthokinesis (repellent uygulanan alandan bitin geçme hızı) ve klinokinesis (bir taraftan diğer tarafa dönme oranındaki değişikliklerin sıklığı) (33).

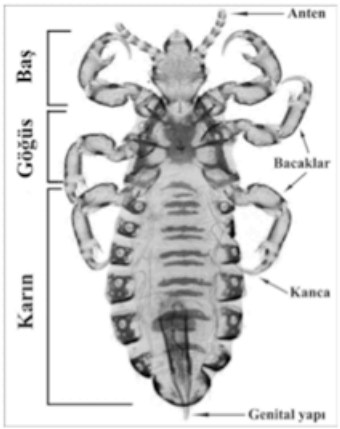
Okalüptis, lavanta, biberiye ve citronella'dan elde edilen uçucu yağlar vücut bitlerinde repellent olarak Mumcuoğlu ve arkadaşları tarafından araştırılmıştır. Bu uçucu yağlar içerisinde citronellanın en etkin repelent özelliğine sahip madde olduğu saptanmıştır. Sonrasında aynı araştırmacılar tarafından çift kör randomize klinik çalışmada citronella 103 öğrencide kullanılarak 4 aylık periyot boyunca takip edilmişlerdir. Sonuç olarak baş biti enfestasyonunu belirgin düzeyde düşürdüğü saptanmıştır (99).

Baş ve vücut ile ilgili korunma yöntemleri bu enfestasyondan korunmanın yanında bitlerin vektörlüğünü yaptıkları hastalıklar açısındanda büyük önem taşımaktadır. Halen, bitlele ilişkili olan bu enfeksiyonladan korunmada ticari aşılar bulunmamaktadır. Bu nedenle, bit kaynaklı hastalık kontrolu primer bitin uzaklaştırılması ve tedavisi ile, ikincil olarak doksisiklin ile enfekte hastaların tedavisini gerektirir (8, 20, 45). Doksisiklinin oral yoldan verilmesi, bit kontrolü için permetrin alınmasının mümkün olmadığı durumlarda epidemik tifüsün kontrolünde en etkili yöntemdir. Bitlerden korunmada fiziksel (tarama, süpürme, ısı gibi) yöntemleri arttırmak için çok sayıda insektisit, bitkisel ilaçlar, tıkayıcı maddeler ve baş biti repellentleri geliştirilmiştir (15).

Baş biti ile ilgili olarak bilgilendirici döküman Şekil 12'de verilmiştir.

Yumurta ⇨ Nimf (3 safha) ⇨ Erişkin — **BAŞ BİTİ (*Pediculus capitis*)**

Erişkin baş biti (erkek)



Bazı gerçekler?

Saçların kirli olması baş bitine sebep olmaz.

Bitler zıplayamaz, uçamaz, yüzemez ama çok hızlı hareket ederler.

Baş bitleri kedi, köpek gibi evcil hayvanlarda bulunmaz.

Gelişmiş ülkelerde de çok yaygındır.

Kısa saç, baş bitinin yayılımını önlemez.

Baş bitleri neden kaşıntıya sebep olur?

Bitler ısırdıkları zaman, deriden verdikleri alerjik maddeler, çıkartıları ve saç derisinde hareket etmeleri nedeniyle kaşıntıya neden olurlar.

Baş bitini nasıl bulurum?

Göz ve elle aramaktan çok, baş bitleri için uygun aralıklı dişleri olan taraklar kullanılmalıdır. Tarak yardımıyla bulma olasılığı 6 kat daha fazladır.

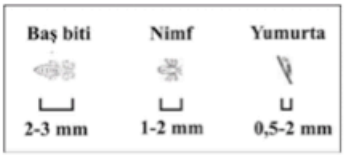
Bitler, susam tanesi büyüklüğünde ve genelde kahverengidir.

Bir kişide genelde 10-20 arasında erişkin bulunur ancak 100'den fazla erişkin görülen kişiler de vardır.

Evde bir kişide baş biti bulunduğunda bütün aile bireyleri kontrol edilmelidir.

Baş ve vücut bitleri sadece insanda bulunur, diğer hayvanlardan bulaşmaz.

Yaşam döngüsünde görülen şekillerinin boyları ne kadardır?

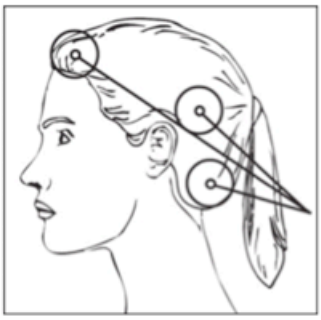


Yumurtasına halk arasında "sirke" denir. Yumurta açılınca "nimf" denilen yavru bit çıkar ve hemen kan emmeye başlar, üreme olgunluğuna ancak 3 nimf safhasınadan sonra erişkin olarak ulaşır. Yaşam süreleri 20-32 gündür.

Baş biti nasıl bulaşır?

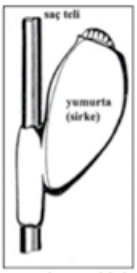
En genel yolu baştan başa temasla geçiştir. Okulda veya evde oynarken geçiş hızla olur. Baş biti bulunan bir kişi tarafından kullanılan şapka, tarak, fırça, saç bandı, yastık ve havlulardan da bulaşabilir.

Baş biti erişkini ve yumurtası nerede aranır?



Baş biti, saçlı deride daha çok kulak arkası ve ensede bulunan saçları tercih ederler. İkincil olarak saçın ön kısmında bulunurlar. Bu davranışları daha çok bu bölgelerin sıcaklığı ile ilişkilidir.

Baş biti yumurtası (sirke) nasıldır?



Baş bitleri yumurtalarını oldukça sağlam bir yapıştırıcı ile saç teline ve saçlı derinden yaklaşık 4 mm uzağa yapıştırırlar. Yumurtalar, saçtaki kepek veya kir gibi diğer yapılarla karıştırılabilir ve yanlış tanıya sebep olur. Kepekler gibi yıkama ile düşmezler. Sirke, saç teli iki parmak arasında tutulup çekildiğinde saçtan uzaklaşmaz.

Sirke bulunca ne yapılmalı?

Kişide baş bitinin bulunduğundan ancak erişkin veya nimflerin görülmesi ile emin olunur. Sadece sirke olması tanı ve tedavi için yeterli değildir, çünkü eski bir enfestasyondan kalma içleri çoktan boşalmış olabilir.

Hastalık yapıcı organizma taşırlar mı?

Yapılan bazı çalışmalarda, baş bitlerinin içinde bazı bakteriler tespit edilmişse de, şimdiye kadar herhangi bir ajanı bir insandan diğer bir insana naklettikleri gösterilmemiştir.

Belirtisi nelerdir?

Kişiler baş bitini aldıktan sonraki birkaç hafta hiçbir semptom vermeyebilir. Başın kaşınması en önemli belirtidir. Bazen yaralar açılmasına ve sekonder bakteri enfeksiyonuna sebep olabilir.

Baş biti bulunması kirlilik göstergesi değildir. Bitler yumurtalarını daha kolay yapıştırabildikleri için temiz saçları daha çok tercih ederler.

Şekil 12. Baş biti bilgilendirici dökümanı

4. KAYNAKLAR

1. Abdel-Ghaffar F, Semmler M, Al-Rasheid K, Klimpel S, Mehlhorn H. Comparative in vitro test on the efficacy and safety of 13 anti-head-lice products. Parasitol Res, 2010; 106:423 – 429.
2. Akısü Ç, Sarı B, Aksoy Ü, Özkoç S, Öztürk S. Narlıdere'deki bir İlköğretim okulunda Pediculus capitis yaygınlığının araştırılması ve önceki sonuçlarla karşılaştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 2003; 27(1):45-48.
3. Akkaş, Ö, Taş Cengiş Z. Iğdır ilinde bazı ilköğretim okullarında baş bitinin yaygınlığı Türkiye Parazitol Derg, 2011; 35: 199-203.
4. Angelakis E, Diatta G, Abdissa A, Trape JF, Mediannikov O, Richet H, Raoult D. Altitude-dependent Bartonella quintana genotype C in head lice, Ethiopia. Emerg. Infect. Dis, 2011a; 17: 2357–2359.
5. Angelakis E, Rolain JM, Raoult D, Brouqui P. Bartonella quintana in head louse nits. FEMS Immunol. Med. Microbiol, 2011b; 62: 244–246.
6. Angelakis E, Bechah Y, Raoult D. The History of Epidemic Typhus. Microbiol Spectr. 2016; Aug; 4(4). doi: 10.1128/microbiolspec. PoH-0010-2015.
7. Artan MO, Baykan Z, Koç N. Kayseri İli Kırsalındaki Sekiz İlköğretim Okulunda Pediculus capitis Prevalansı. Türkiye Parazitol Derg, 2006; 30: 2: 112-24.
8. Badiaga S, Raoult D, Brouqui P. Preventing and controlling emerging and reemerging transmissible diseases in the homeless. Emerg Inf Dis, 2008; 14: 1353–1359.
9. Badiaga S, Brouqui P. Human louse-transmitted infectious diseases. Clin. Microbiol. Infect, 2012; 18; 332–337.
10. Balcioglu C, Burgess IF, Limoncu ME, Sahin MT, Ozbel Y, Bilaç C, Kurt O, Larsen KS. Plastic detection comb better than visual screening for diagnosis of head louse infestation. Epidemiol Infect, 2008; 136(10):1425-1431.
11. Balcıoğlu İC, Yolasığmaz A. Tıbbi Önemi Olan Artropodlarda Tanı. Ok UZ, Korkmaz M, editors. İzmir: Meta Basım; 2011. 131-135.
12. Bauer E, Jancke C, Feldmeier H. Seasonal fluctuations of head lice infestation in Germany. Parasitol Res. 2009; 104: 677-81.
13. Bechah Y, Capo C, Mege JL, Raoult D. Epidemic typhus. Lancet Infect Dis 2008; 8: 417–426.
14. Bonilla, DL, Kabeya H, Henn J, Kramer VL, Kosoy MY. Bartonella quintana in body lice and head lice from homeless persons, San Francisco, California, USA. 567 Emerg. Infect. Dis. 2009; 15, 912–915.
15. Bonilla DL, Durden LA, EremeevaME, Dasch GA. The Biology and Taxonomy of Head and Body Lice— Implications for Louse-Borne Disease Prevention. PLOS Pathogens. 2013; 9(11): 1-5.
16. Boutellis A, Veracx A, Angelakis E, Diatta G, Mediannikov O, Trape JF, Raoult D. Bartonella quintana in head lice from Senegal. Vector. Borne. Zoonotic Dis, 2012; 12, 564–567.
17. Bouvresse S, Socolovshi C, Berdjane Z et al. No evidence of Bartonella quintana but detection of Acinetobacter baumannii in head lice from elementary schoolchildren in Paris. Comp Immunol Microbiol Infect Dis 2011; 34: 475–477.

18. Brenner S, Yust I. Bullous eruption in a case of bullous pediculid. Cutis, 1988; 41: 281.
19. Brouqui P, Raoult D. Arthropod-borne diseases in homeless. Ann. NY Acad. Sci, 2006; 1078, 223–235.
20. Brouqui P. Arthropod-borne diseases associated with political and social disorder. Annu Rev Entomol, 2011; 56: 357–374
21. Budak S, Bayram Delibaş S. Pediculosis ve Phthiriosis. Özcel M. editors. Özcel'in Tıbbi Parazit Hastalıkları. İzmir: Meta Basım; 2007; 843-50.
22. Burgess IF, Brown CM, Peock S, Kaufman J. Head lice resistant to pyrethroid insecticides in Britain. BMJ, 1995; 16; 311(7007): 752.
23. Burgess IF, Brown CM, Lee PN. Treatment of head louse infestation with 4% dimeticone lotion: randomised controlled equivalence trial. BMJ, 2005; 330: 1423.
24. Burgess IF. Current treatments for pediculosis capitis. Current Opinion in Infectious Diseases, 2009; 22: 131 – 136.
25. Burgess IF. The mode of action of dimeticone 4% lotion against head lice, Pediculus capitis. BMC Pharmacology, 2009; 9: 3.
26. Burgess IF. Head lice biology, In: Management and Control of Head Lice Infestations Ed. Heukelbach J). 1st Edition, UNI-MED SCIENCE, International Medical Publishers (London, Boston); 2010. p.24-32, ISBN 978-3-8374-1203-1.
27. Burgess IF, Kay K, Burgess NA, Brunton ER: Soya oil-based shampoo superior to 0.5% permethrin lotion for head louse infestation. Med Devices (Auckl), 2011; 4: 35–42.
28. Burke S, Mir P. Pediculosis causing iron deficiency anaemia in school children. Arch Dis Child, 2011; 96: 989.
29. Burkhart CN, Burkhart CG. Topical pyrethroids: assessment of function and efficacy in head lice. Int J Pediatr, 2002; 17: 209-212.
30. Burkhart CG, Burkhart CN. Safety and efficacy of pediculicides for head lice. Expert Opin Drug Saf, 2006; 5 (1): 169-79.
31. Busvine JR. Evidence from double infestations fort he specific status of human head lice and body lice (anoplura). Syst Entomol, 1978; 3:1-8.
32. Canyon DV, Speare R, Muller R. Spatial and kinetic factors for the transfer of head lice (Pediculus capitis) between hairs. J Invest Dermatol, 2002; 119(3):629- 31.
33. Canyon DV, Speare R. A comparison of botanical and synthetic substances commonly used to prevent head lice (Pediculus humanus var. capitis) infestation. Int J Dermatol, 2007;46(4):422- 6.
34. Cazorla D, Ruiz A, Acosta M. Clinical and epidemiological study of pediculosis capitis in schoolchildren from Coro, Venezuela. Invest Clin, 2007; 48: 445-57.
35. Chosidow O. Scabies and pediculosis. Lancet, 2000; 355: 819-26.
36. Clark JM. Determination, mechanism and monitoring of knockdown resistance in permethrin-resistant human head lice, Pediculus humanus capitis. J Asia Pac Entomol, 2009; 12(1): 1–7.
37. Courtiade C, Labreze C, Fontan I, Taieb A, Maleville J. Pediculosis capitis: a questionnaire survey in 4 schools of the Bordeaux Academy 1990-1991. Ann Dermatol Venereol, 1993; 120: 363-8.

38. Cutler SJ, 2006. Possibilities for relapsing fever reemergence. Emerg. Infect. Dis, 12; 369-374

39. Çetinkaya Ü, Hamamcı B, Delice S, Ercal BD, Gücüyetmez S, Yazar S, Şahin İ. The Prevalence of Pediculus humanus capitis in Two Primary Schools of Hacılar, Kayseri Turkiye Parazitol Derg, 2011; 35: 151-3.

40. Değerli S, Malatyalı E, Çeliksöz A, Özçelik S, Mumcuoğlu KY. The Prevalence of Pediculus humanus capitis and the Coexistence of Intestinal Parasites in Young Children in Boarding Schools in Sivas. Turkey Pediatric Dermatology, 2012; 29(4): 426-429.

41. Değerli S, Malatyalı E, Mumcuoğlu K. Head Lice Prevalence and Associated Factors in Two Boarding Schools in Sivas. Turkiye Parazitol Derg, 2013; 37: 32-5.

42. Downs AM, Stafford KA, Harvey I, Coles GC. Evidence for double resistance to permethrin and malathion in head lice. Br J Dermatol, 1999; 141: 508-11.

43. Drancourt M, Mainardi JL, Brouqui P et al. Bartonella (Rochalimaea) quintana endocarditis in three homeless men. N Engl J Med, 1995; 332: 419–423.

44. Durand R, Millard B, Bougles-Michel C, Bruel C, Bouvresse S, Izri A. Detection of Pyrethroid Resistance Gene in Head Lice in School children from Bobigny, France. J Med Entomol, 2007; 44(5): 796-8.

45. Durden LA, Lloyd JE. Lice (Phthiraptera). In: Mullen GR, Durden LA, editors. Medical and veterinary entomology. 2nd edition. Amsterdam: Elsevier. 2009; 59–82.

46. Dursun N, Taş, Cengiz Z. Van'ın Ercis, İlçesinde Bas, Bitinin Yayılışı Türkiye Parazitol Derg, 2010: 34 (1): 45 - 49.

47. Elston DM. What's eating you? Psocoptera (book lice, psocids). Cutis. 1999;64(5):307–8.

48. Elston DM: Drug-resistant lice. Arch Dermatol, 2003; 139:1061–4.

49. Eroglu F, Basaran Ü, Kürklü CG, Yüceer M, Yalcıntürk RG, Tanrıverdi M, Dağlı EI, Koltas IS. Pediculosis capitis is a growing neglected infestation due to migration in southeast Turkey. Parasitol Res, 2016; 115(6): 2397-2401

50. Falagas ME, Matthaiou DK, Rafailidis PI, Panos G, Pappas G. Worldwide prevalence of head lice. Emerg Infect Dis, 2008; 14:1493-4.

51. Feldmeier H. Clinical Aspects. In: Management and Control of Head Lice Infestations. Heukelbach J (ed.). 1st ed. Bremen: Uni-Med; 2010: p.43-5.

52. Foucault C, Brouqui P, Raoult D. Bartonella quintana characteristics and clinical management. Emerg Infect Dis, 2006; 12: 217–223.

53. Fournier P-E, Ndihokubwayo JB, Guidran J, Kelly P, Raoult D. Human pathogens in body and head lice. Emerg Inf Dis, 2002; 8: 1515–1518.

54. Frankowski BL, Weiner LB. Head lice. Pediatrics, 2002; 110(3): 638-643.

55. Gallardo A, Mougabure-Cueto G, Vassena C, Picollo MI, Toloza AC. Comparative efficacy of new commercial pediculicides against adults and eggs of Pediculus humanus capitis (head lice). Parasitol Res, 2012;110(5):1601-6.

56. Gao JR, Yoon KS, Lee SH, Takano-Lee M, Edman JD, Meinking TL, Taplin D, Clark JM. Increased frequency of the T929I and L932F mutations associated with knockdown resistance in permethrin–resistant populations of the human head

louse, Pediculus capitis, from California, Florida and Texas. Pestic Biochem Physiol, 2003; 77: 115-24.

57. Govere JM, Speare R, Durrheim DN. The prevalence of pediculosis in rural South African school children. S AfrJ Sci, 2003; 99: 21-3.
58. Gratz NG, 1997. Human lice: Their prevalence, control, and resistance to insecticides. A review 1985–1997. World Health Organization/Division of Tropical Diseases/WHO Pesticide Evaluation Scheme/ 97.8, Geneva: World Health Organization.
59. Gulgun M, Balcı E, Karaoğlu A, Babacan O, Türker T. Pediculosis capitis: Prevalence and its associated factors in primary school children living in rural and urban areas in Kayseri, Turkey. Cent Eur J Public Health, 2013; 21 (2): 104–108.
60. Güleç M, Kır T, Tekbaş ÖF, Ceylan S, Hasde M. The Study Of The Prevalance Of Pediculus humanus capitis Infestation And The Affecting Factors In "Danişment Çiçekli" Primary School Students. Turk Hij Den Biyol Derg, 2000; 57(1): 13-18.
61. Harris J, Crawshaw JG, Millership S. Incidence and prevalence of head lice in a district health authority area. Communicable diseases and public health/PHLS, 2003; 6: 246-9.
62. Heukelbach J, Feldmeier H. Ectoparasites the underestimated realm. Lancet, 2004; 363: 889-91.
63. Heukelbach J, Wilcke T, Winter B, Feldmeier H. Epidemiology and morbidity of scabies and pediculosis capitis in resource-poor communities in Brazil. Br J Dermatol, 2005; 153: 150-6.
64. Heukelbach J. Chapter 6: Treatment options and resistance. In: Management and control of head lice infestations. UNI-MED Verlag AG, Bremen – Almanya, 2010. p: 53-73.
65. Heukelbach J. Management and control of head lice infestations. London, Boston. International Medical Publishers, 2010.
66. Heukelbach J, Sonnberg S, Becher H, Melo I, Speare R, Oliveira FA. Ovicidal efficacy of high concentration dimeticone: a new era of head lice treatment. J Am Acad Dermatol, 2011;64(4): 61-2.
67. Hon KL, Lam MC, Leung TF, Chik KW, Leung AK. A malignant itch. J Nat Med Ass., 2006; 98: 1992-4.
68. Houhamdi L, Lepidi H, Drancourt M, Raoult D. Experimental model to evaluate the human body louse as vector of plague. J Infect Dis, 2006; 194: 1589–1596.
69. İlhan F, Budak S. Izmir-Karşıyaka'da bir ortaokul ve dört ilkokulun öğrencileri arasında Pediculus humanus capitis'in yaygınlığının araştırılması ve iki yıl önce yapılan tarama sonuçları ile karşılaştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 1994; 18(4): 485-491.
70. İnceboz T, Alyanak S, Üner A. Bornova'daki okullarda Pediculus humanus capitis yaygınlığının araştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 2000; 24(4):376-379.
71. Jancke C, Bauer E, Feldmeier H. Pediculosis capita in childhood: epidemiological and socio-medical results from screening of school beginners. Gesundheitswesen, 2008; 70:667-70.
72. Jahnke C, Bauer E, Hengge UR, Feldmeier H. Accuracy of diagnosis of pediculosis capitis: visual inspection vs wet combing. Arch Dermatol. 2009; 145: 309-314.

73. Karaaslan S, Yılmaz H. Van İli Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği İlköğretim Okulu Öğrencilerinde Pediculus humanus capitis'in Yayılışı. Turkiye Parazitol Derg, 2015; 39: 27-32.
74. Karakuş M, Arıcı A, Töz S, Özbel Y. İzmir'de Sosyo-ekonomik Olarak Farklı İki Okulda Baş Biti Yaygınlığının Araştırılması. Turkiye Parazitol Derg, 2014; 38: 32-6.
75. Karaman CG, Bozkurt E, Şendur N, Başak O. Aydın ilinde ilkokul çağındaki çocuklarda pedikülozis kapitis sıklığı. T Klin Dermatoloji, 1999; 9:18-21.
76. Karataş E, Sarı C, Ertabaklar H, Okyay P, Ertuğ S. Aydın İlinde Üç İlköğretim Okulunda Pediculus capitis Prevalansı. Türkiye Parazitol Derg, 2004; 28: 38-41.
77. Kasai S, Ishii N, Natsuaki M, et al. Prevalence of kdr-like mutations associated with pyrethroid resistance in human head louse populations in Japan. J Med Entomol, 2009; 46: 77–82
78. Kayaalp O. [38. Konu: Ektoparazitlere karşı kullanılan ilaçlar]. Tıbbi Farmakoloji. 1. Cilt. Feryal Matbaacılık, Ankara, 1991.
79. Kettle DS. (Ed). Medical and Veterinary Entomology. 2nd Edition, CAB Internationa, 1995. p. 361-368.
80. Kim JH, Min JS, Kang JS, Kwon DH, Yoon KS, Strycharz J, Koh YH, Pittendrigh BR, Clark JM, Lee SH. "Comparison of the humoral and cellular immune responses between body and head lice following bacterial challenge," Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2011; 41(5): 332–339.
81. Kişioğlu AN, Gökmerdan A. Kayseri Ayşe Baldöktü Çıraklık Eğitim Merkezinde Pediculus humanus capitis'in yaygınlığının araştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 1995; 19(4):531-534.
82. Ko CJ, Elston DM. Pediculosis. J Am Acad Dermatol. 2004; 50(1):1–12; quiz 3–4.
83. Kokturk A, Bugdayci R, Sasmaz T, Tursen U, Kaya TI, Ikizoglu G. The prevalence of pediculosis capitis in schoolchildren in Mersin, Turkey. Int J Dermatol, 2003; 42(9): 694-698.
84. Kristensen M, Knorr M, Rasmussen AM, Jespersen JB. [Survey of Permethrin and Malathion Resistance in Human Head Lice Populations from Denmark]. J Med Entomol, 2006; 43(3): 533-8.
85. Kurt O, Tabak T, Kavur H, Muslu H, Limoncu E, Bilaç C, Balcioğlu IC, Kaya Y, Ozbel Y, Larsen K. [Comparison of two combs in the detection of head lice in school children]. Türkiye Parazitol Derg, 2009; 33(1): 50-3.
86. Kurt Ö, Balcıoğlu IC, Limoncu ME Girginkardeşler N, Arserim SK, Görgün S, Oyur T, Karakuş M, Düzyol D, Aksoy Gökmen A, Kitapçıoğlu G, Özbel Y. Treatment of head lice (Pediculus humanus capitis) infestation: Is regular combing alone with a special detection comb effective at all levels? Parasitol Res, 2015; 114:1347–1353
87. Kwon DH, Yoon KS, Strycharz JP, Clark JM, Lee SH. Determination of permethrin resistance allele frequency of human head louse populations by quantitative sequencing. J Med Entomol, 2008; 45: 912–920.
88. La Scola B, Raoult D. Acinetobacter baumanii in human body louse. Emerg Infect Dis, 2004; 10: 1671–1673.
89. Lam M, Crutchfield CE, 3rd, Lewis EJ. Hair casts: a case of pseudonits. Cutis. 1997; 60(5):251– 252.

90. Lance, A.D., 2008. Lice (Phthiraptera).
91. Madke B, Khodkar U. Pediculosis capitis: an update. Indian J Dermatol Venereol Leprol, 2012; 78(4): 429-38.
92. Mathieu ME, Wilson BB. Lice (Pediculosis). Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, eds. Mandell: Principle and Practice of Infectious Diseases. Churchill Livingstone, 2000.
93. Meinking TL, Taplin D. Infestations: pediculosis. Curr Probl Dermatol 1996; 24: 157-63.
94. Meinking TL, Villar ME, Vicaria M, Eyerdam DH, Paquet D, Mertz-Rivera K, Reyna S. The clinical trials supporting benzyl alcohol lotion 5% (Ulefsia): A safe and effective opical treatment for head lice (Pediculosis humanus capitis). Pediatric Dermatology, 2010; 27, 19-24.
95. Melking TL, Burkhart CN, Burkhart CG, Elgart G. Infestations. In: Dermatology. Bolognia JL, Jorizzo JL, Rapini RP (eds.). 2nd ed. Spain: Mosby Elsevier; 2008. p.1291-302.
96. Mills C, Cleary BJ, Gilmer JF, Walsh JJ. Inhibition of acetylcholinesterase by Tea Tree oil. J Pharm Pharmacol, 2004; 56(3):375-9.
97. Mitiku, K., Mengistu, G., 2002. Relapsing fever in Gondar, Ethiopia. East Afr. Med. J, 79: 85–87.
98. Mumcuoglu KY, Friger M, Ioffe-Uspensky I, Ben-Ishai F, Miller J. Louse comb versus direct visual examination for the diagnosis of head louse infestations. Pediatr Dermatol, 2001;18: 9-12.
99. Mumcuoglu KY, Magdassi S, Miller J, Ben-Ishai F, Zentner G, Helbin V, Friger M, Kahana F, Ingber A. Repellency of citronella for head lice: double-blind randomized trial of efficacy and safety. Isr Med Assoc J, 2004;6(12):756-9
100. Mumcuoglu KY, Barker SC, Burgess IF, Combescot-Lang C, Dalgleish RC, Larsen KS, Miller J, Roberts RJ, Taylan-Ozkan A. International guidelines for effective control of head louse infestations. J Drugs Dermatol, 2007; 6(4): 409-414.
101. Nair B. Cosmetic ingredients review expert panel final report on safety assessments. Int J Toxicol, 2003; 22: 11–35.
102. Noyan E, Demir V. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim Programı Kapsamındaki 74 No'lu Özel Çalışma Modülünde Gerçekleştirilen Pediculosis Taraması. Türkiye Parazitol Derg, 2006; 30 (1): 32-34,
103. Nutanson I, Steen CJ, Schwartz RA, Janniger CK. Pediculosis capitis: an update. Acta Dermatoven APA, 2008; 17: 147-58.
104. Oflaz M. Konya'da sosyo-ekonomik yönden farklı olan iki bölgedeki ilköğretim okullarındaki çocuklarda Pediculus humanus capitis yaygınlığı. Selçuk Üni. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi, 2006.
105. Oğuzkaya Artan M, Baykan Z, Koç AN. Kayseri Ili Kırsalındaki Sekiz Ilköğretim Okulunda Pediculus capitis Prevalansı Türkiye Parazitol Derg, 2006; 30 (2): 112-114.
106. Oktun MT, Gürcan S, Özer B, Ertem A, Şakru N, Oktun M. Edirne Merkez Ilköğretim Okulları Öğrencilerinde Pediculus humanus capitis ve Tinea capitis Sıklığı, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2005; 22(2): 82-87.

107. Orhan V, Akısü Ç, Aksoy Ü. İzmir Narlıdere'de sosyoekonomik farklılığı olan çevre okullarında Pediculus humanus capitis yaygınlığı. Türkiye Parazitol Derg, 2000; 24(3):264-267.

108. Özcan A, Doğan G, Şenol M, Yakıncı C, Şahin S, Yoloğlu S. Malatya'da ilkokul öğrencilerinde pediküloz kapitis ve skabies araştırması. Türkiye Parazitol Derg, 1996; 20: 61-5.

109. Özcan K. Bitler ve Parazitolojik önemi. Parazitolojide Arthropod Hastalıklar ve Vektörleri (MA Özcel, N Daldal, ed) Türkiye Parazitol Derneği Yayın No:13. 1997, Izmir. s.235-264.

110. Özçelik S, Değerli S, Aslan A. Sivas Alahacı Köyü İlköğretim Okulu Öğrencilerinde Pediculus Yaygınlığının Araştırılması Türkiye Parazitol Derg, 2006; 30 (3): 184-186,

111. Özkan Ö, Şikar-Aktürk A, Mert K, Bilen N, Mumcuoğlu KY. Pediculosis capitis Tedavisinde Başarısız Olan Ailelerin Deneyimledikleri Güçlükler: Annelerin Perspektifinden. Türkiye Parazitol Derg, 2012; 36: 82-6

112. Öztürkcan S, Özçelik S, Saygı G, Özçelik S. Sivas çocuk yuvasındaki çocuklar arasında skabies ve Pediculus humanus sıklığının araştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 1993;17(2) :42-46.

113. Pavithran K. Plica neuropathica causing traction alopecia. Indian J Dermatol Venereol Leprol 1990; 56: 141-2.

114. Peter A. Leone. Scabies and pediculosis pubis: An update of treatment regimens and general review. Clin Infect Dis, 2007; 44: 153–9.

115. Pilger D, Khakban A, Heukelbach J, Feldmeier H. Self-diagnosis of active head lice infestation by individuals from an impoverished community: high sensitivity and specificity. Rev Inst Med Trop Sao Paulo, 2008; 50:121-122.

116. Polat E, Çalışır B, Aslan M, Isenkul R, Kutlubay Z, Özdemir H, Bilgehan H, Sağlam M, Şengül H, Demir M, Güney G, Aksın NE, Altaş K, D Akıncı T, H Aydemir E. Silivri ilçesi ve köylerindeki ilköğretim okullarında bitlenme durumu. Türkiye Parazitol Derg, 2000; 24(4):373-375.

117. Polat ZA, Saygı G. Bir İlköğretim Okulu Öğrencilerinin Bir Yıl Arayla Ektoparazitler Yönünden Yeniden Taranması Türkiye Parazitol Dergisi, 2004; 28 (2): 110-112.

118. Pollack RJ, Kiszewski AE, Spielman A. Overdiagnosis and consequent mismanagement of head louse infestations in North America. Pediatr Infect Dis J, 2000; 19(8):689-693.

119. R. Drali, J.C. Shako, B. Davoust, G. Diatta, and D. Raoult, "A new clade of African body and head lice infected by Bartonella quintana and Yersinia pestis-Democratic Republic of the Congo," The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 2015; 93(5): 990–993.

120. Raoult D, Ndihokubwayo JB, Tissot Dupont H et al. Outbreak of epidemic typhus associated with trench fever in Burundi. Lancet, 1998; 352: 353–358.

121. Raoult D, Roux V. The body louse as a vector of reemerging human diseases. Clin Infect Dis, 1999; 29: 888–911.

122. Richling I, Böckeler W. Lethal Effects of Treatment with a Special Dimeticone Formula on Head Lice and House Crickets (Orthoptera, Ensifera: Acheta

domestica and Anoplura, Phthiraptera: Pediculus humanus). Arzneimittelforschung, 2008, 58(5):248- 254.

123. Robinson D, Leo N, Prociv P, Barker SC. Potential role of head lice, Pediculus humanus capitis, as vectors of Rickettsia prowazekii. Parasitol Res, 2003; 90: 61–68.
124. Rodina M. AL-Shawa Pediculus capitis infestation according to sex and social factors in Gaza. Governorate The Islamic University Journal (Series of Natural Studies and Engineering), 2008; 16 (1):75-83, ISSN 1726-680.
125. Rolain JM, Brouqui P, Koehler JE, Maguina C, Dolan MJ, Raoult D. Recommendations for treatment of human infections caused by Bartonella species. Antimicrob Agents Chemother, 2004; 48: 1921–1933.
126. Romoser WS. Chapter 3. Introduction to Arthropods: Systematics, Behavior and Ecology, In: Medical Entomology. A Textbook on Public Health and Veterinary Problems Caused by Arthropods. (Eds. Eldrige BF and Edman JD). Kluwer Academic Publishers, 2004. p.59-61.
127. Roseblatt JE. Antiparasitic agents. Symposium on Antimicrobial Agents -Part 14. Mayo Clin Proc, 1999; 74: 1161-75.
128. Rufli T. Diseases Caused by Arthropos. In: Braun-Falco's Dermatology. Burgdorf WHC, Plewig G, Wolff HH, Landthaler M (eds.). 3rd ed. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2009. p.323-42.
129. Salgado VL. Studies on the mode of action of spinosad: insect symptoms and physiological cprrelates. Pesttic Biochem physciol, 1998; 60:91- 201.
130. Sanofi Pasteur. Highlights of prescribing information [Sklice lotion prescribing guide]. 2012, Retrieved from http://products. sanofi.us/Sklice/Sklice.pdf.
131. Sasaki, T. et al. First molecular evidence of Bartonella quintana in Pediculus humanus capitis (Phthiraptera: Pediculidae), collected from Nepalese children. J. Med. Entomol, 2006; 43, 110–112.
132. Saygı G, Özçelik S, Temizkan N, Erandaç M. Sivas'ta üç ilkokulun öğrencileri arasında Pediculus humanus capitis yaygınlığının araştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 1990; 14(2) :75-83.
133. Saygı G. Paraziter Hastalıklar ve Parazitler. Sivas: Es Form Ofset; 2009.
134. Schwartz RA. Superficial fungal infections. Lancet. 2004; 364(9440): 1173–82.
135. Shaalan EA, Canyon D, Younes MW, Abdel-Wahab H, Mansour AH. A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. Environ Int, 2005; 31(8):1149- 66.
136. Schwartz RA, Janusz CA, Janniger CK. Seborrheic dermatitis: an overview. Am Fam Physician, 2006; 74(1):125–30.
137. Shayeghi M, Paksa1 A, Salimabadi Y, Sanei Dehkoordi A, Ahmadi A, Eshaghi M, Epidemiology of Head Lice Infestation in Primary School Pupils, in Khajeh City, East Azerbaijan Province, Iran. Iranian J Arthropod-Borne Dis, 2010; 4(1): 42 – 46.
138. Soderlund DM and Knipple DC. The molecular biology of knockdown resistance to pyrethroid insecticides. Insect Biochem Mol Biol, 2003;33: 563-577.
139. Speare R, Canyon DV, Melrose W. Quantification of blood intake of the head louse: Pediculus humanus capitis. Int J Dermatol, 2006; 45: 543-6.
140. Stone SP, Goldfarb JN, Bacelieri RE. Scabies, Other Mites and Pediculosis. In: Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine. Wolff K, Goldsmith LA, Katz SI,

Gilchrest BA, Paller AS, Leffell DJ (eds.). 7th ed. Vol 2. New York: McGraw-Hill Companies; 2008. p.2029-37.

141. Takano-Lee M, Yoon KS, Edman JD, Mullens BA, Clark JM. In vivo and in vitro rearing of Pediculus humanus capitis (Anoplura: Pediculidae). J Med Entomol, 2003;40(5):628- 35.
142. Takcı Z, Tekin Ö, Karadağ AS. A Pediculid case: autosensitization dermatitis caused by pediculosis capitis. Turkiye Parazitol Derg, 2012; 36: 185-7.
143. Ugbomoiko US, Speare R, Heukelbach J. Self-diagnosis of head lice infestation in rural Nigeria as a reliable rapid assessment tool for pediculozis. The Open Dermatology Journal, 2008; 2: 95-7.
144. Unat EK, Yücel A, Altaş K, Samastı M. Tıp Parazitolojisi. Cerr. Tıp Fak. Yay. No: 15 1995, İstanbul,
145. Üner A, Özensoy S, Tappeh KH, Akar S, Gürüz Y, Kundakçı Ü. İzmir' in Karşıyaka ilçesi ilkokul çocuklarında bağırsak parazitleri ve baş biti araştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 1997; 21(1):39-43.
146. Vander Stichele RH, Gyssels L, Bracke C, Meersschaut F, Blokland I, Wittouck E, Willems S, De Maeseneer J. Wet combing for head lice: feasibility in mass screening, treatment preference and outcome. J R Soc Med, 2002; 95(7): 348–352.
147. Veracx A, Didier Raoult D. Biology and genetics of human head and body lice. Trends in Parasitology, 2012, 28(12): 563-571.
148. Weir E. School 's back, and so is the lowly louse. CMAJ, 2001; 165: 814.
149. World Health Organization. [Instructions for determining the susceptibility or resistance of body lice and head lice to insecticides]. WHO/VBC 1981; 81: 808.
150. Yahagi K. Silicones as conditioning agents in shampoos. J Soc Cosmet Chem, 1992; 43: 275–284.
151. Yazar S, Sülar C, Sevgi İ, Akgündüz N, Çınar MC, Kitapçıoğlu G, Altıntaş N. Kemalpaşa'da okullardaki Pediculus humanus capitis yaygınlığının araştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 1999; 23(3):273-278.
152. Yücel A, Çalışır B, Polat E, Aslan M, Ünver AC. Istanbul'un 6 İlçesinde ilkokul çocuklarında bitlenme sorununun araştırılması. Türkiye Parazitol Derg, 1994; 8(4):492-497.

BÖLÜM 12

ÖPEN BÖCEKLER (Hemiptera: Reduviidae) ve MÜCADELESİ

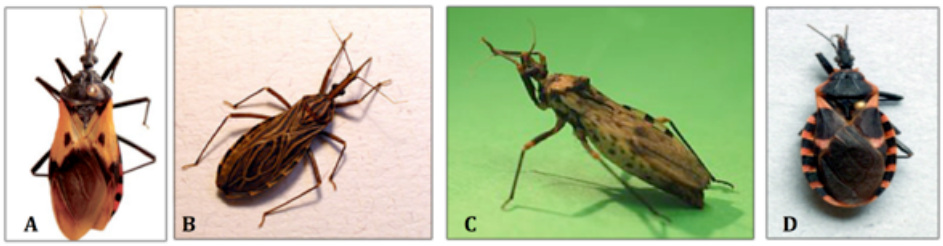
Doç. Dr. Hüseyin Bilgin BİLGİÇ,
Prof. Dr. Hasan EREN

Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, Aydın

1. ARTROPOD VEKTÖR

Reduviidae ailesinde yer alan türlerin çoğu diğer insektlerin predatörleridir ve bu nedenle suikastçi böcekler (assassin bugs) olarak adlandırılırlar. Örnek olarak; *Reduvis personatus* adı verilen avcı böcek evlere girerek *Cimex lectularius* gibi tahta kurularında beslenir. Suikastçi böcekler çok nadiren de olsa insanları ısırabilmelerine rağmen bunu pek yapmazlar, ancak ısırıklarının oldukça acı verici olduğu unutulmamalıdır. *Reduviidae* ailesinde

yer alan *Triatominae* alt ailesindeki türler karakeristik olarak birçok omurgalının kanı ile beslenir. Bu ailede medikal öneme sahip olan *Triatoma* ve *Rhodnius* soyları vardır. Suikastçi böceklerin aksine, ısırıkları acısızdır ve omurgalılar üzerinde özellikle de insanlar tarafından fark edilmeden uzun süre kan emebilirler. *Triatoma* ve *Rhodnius* soylarında bulunan türler insanların yüz ve dudaklarından kan emdikleri için öpen böcekler (kissing bugs) olarak isimlendirilirler. Bunun yanında bu iki soyda bulunan türlerin başları dar ve uzun olduğu için bunlara "konik burunlu", kanatlı olmaları sebebiyle de "uçucu tahta kuruları" adları da verilmiştir (Şekil 1). Latin Amerika ülkelerinde 'barbeiros, vinchucas, pitos, chinches gibi' kendine özgü lokal isimleride vardır (29).

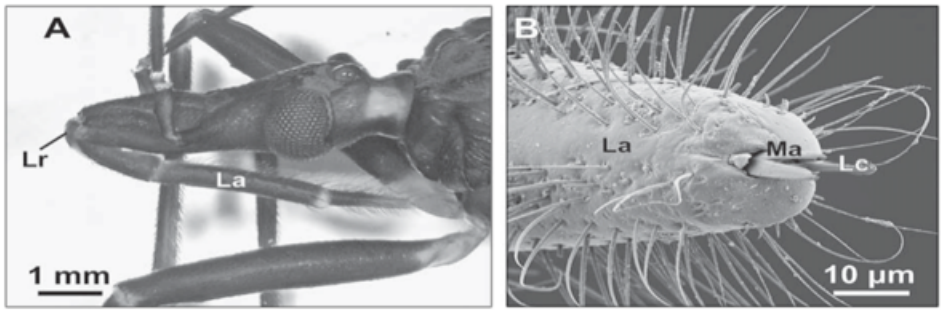


Şekil 1. A. Erişkin erkek bir *Triatoma dimidiata*'nın dorsalden görüntüsü; B. Erişkin erkek bir *Rhodnius prolixus*'un dorsalden görüntüsü; C. Erişkin bir *Panstrongylus geniculatus*'un görüntüsü; D. Erişkin erkek bir *Triatoma sanguisuga*'nın dorsalden görüntüsü

1.1. Morfolojileri

Triatomin'ler nispeten büyük böceklerdir ve bazılarının uzunluğu 2.5-3.5 cm'yi bulur. Vücutları armut şeklinde, oldukça ince, uzun ve dorso-ventral basıktır. Vücut rengi koyu kahverengi ile siyahtır. Ayakları uzun, tarsusları 3 eklemlidir. Rostellumları üç eklemlidir ve kan emen türlerinin rostellum'u uzun, ince ve gergindir, insekta yiyenlerde ise bu organ kısa ve küttür. Genelde kanatlıdırlar ve protorakstan köken alan kanatları abdomenin üst kısmındaki konkov bir bölgede yapışık haldedir (29). Kanatlar üzerinde herhangi bir işaret yoktur, ancak bazı türlerde başın taban kısmında bir turunculuk bulunabilir. Başları dar ve uzundur, büyük gözleri başın iki yanında orta yada arka kısımda yer alır. Gözleri petek göz olup bunların arkasında iki tane ocelli bulunur. Antenleri ince ve dört segmentlidir. Altı tane bacak vardır ve bacaklar nispeten ince ve daralırak sonlanır, bacaklar üzerinde şişkinlik yoktur. Bacakların yan ve üst kısımları üzerinde belirgin

bir çıkıntı veya sivrilik bulunmaz. Bu böceklerin delici hortumları (proboskis) yaklaşık 5-6 mm boyundadır ve normal kan emmediği dönemlerde başın altına doğru bükülerek katlanmış ve ön ayaklar arasındaki bir girintide yerleşmiş vaziyettedir (Şekil 2) (19). Labiumu bu girintinin kenarlarına sürterek gıcırdama sesi çıkartırlar. Bu böceklerde çoğu zaman kanat ve karınlarının yan taraflarında kırmızı veya sarı renkte şeritler bulunur (Şekil 1). Yetişkinler, gelişmiş kanatların ve genital organların varlığı ile olgunlaşmamış aşamalardan (nimf) ayrılırlar.



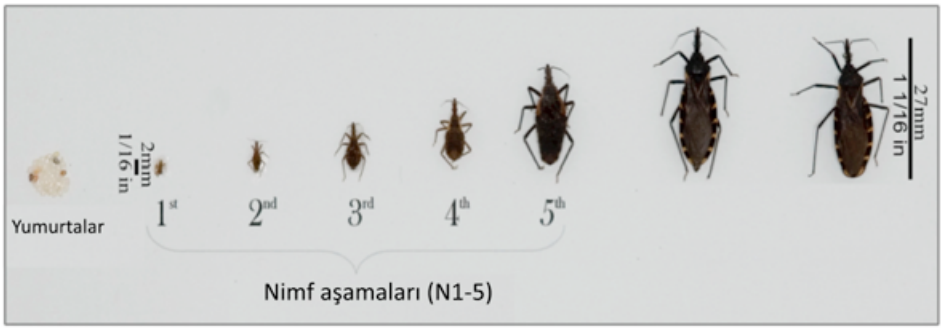
Şekil 2. *Triatoma infestans*'ın kafa ve ağız organelleri. A. Başın altına doğru katlanan delici hortum (proboscis). Proboscis'in tabanını kaplayan labrum (Lr); delici yapıları saran üç katlı bir kılıf olan labium (La). B. Labium'un (La) ön kısmı. Kılıf örtüsünün ilerisine doğru çıkıntı yapabilen delici yapıları oluşturan mandibula (Ma) ve lacinia (Lc) (19)

1.2. Yaşam döngüleri

1.2.1. Biyolojileri

Triatomin'ler tam olmayan metamorfoz geçirirler yani hemimetabolar böceklerdir. Dişiler haftada 6-8 yumurta paketi bırakır. Bir dişi tarafından ömrü boyunca bırakılan yumurta sayısı türe, kan emme miktarına, dişinin yumurtlama oranına, erişkinlerin ömrüne ve koşullara bağlı olarak değişmektedir. Laboratuvar koşullarında *Panstrongylus geniculatus* dişilerinin ömürleri boyunca yaklaşık 62 yumurta bırakabildiği (5), bunun yanında *Triatoma maculata* dişilerin ise ömürleri boyunca 256 yumurta bırakabileceği belirlenmiştir (22). Yumurtadan çıkma yaklaşık 20 gün sürer. Beyaz yada sarımtırak olan yumurtalardan (Şekil 3) çıkan birinci dönem nimf (N_1) kanatsız ve 2 mm kadardır. Nimf böceğin olgunlaşmamış aşamasıdır. Türler arasındaki farklılıklar ve beslenme esnasında emilen kan miktarına bağlı olarak böceğin gömlek değiştirerek bir sonraki aşamaya geçmek için en az bir kez kan emmesi gerekmektedir. Bunu sırasıyla ikinci,

üçüncü, dördüncü ve beşinci (N_{2-5}) dönem nimfler takip eder. Sonunda, beşinci dönem nimf bir yetişkine dönüşür ve iki çift kanat kazanır. *Triatomin* böceğinin yaşam döngüsünün toplam süresi [Y→$N_{(1-5)}$→E] böcek türüne ve çevresel koşullara bağlı olarak 2 ila 24 ay arasında tamamlarlar (Şekil 3). *Triatoma barsiliensis*'in beslenen dişilerinin ömrü yalnızca 90-120 gün arasındayken (9), *Triatoma flavida*'nın beslenen dişilerinin ömrü 285 günden 486 güne kadar değişir (6).



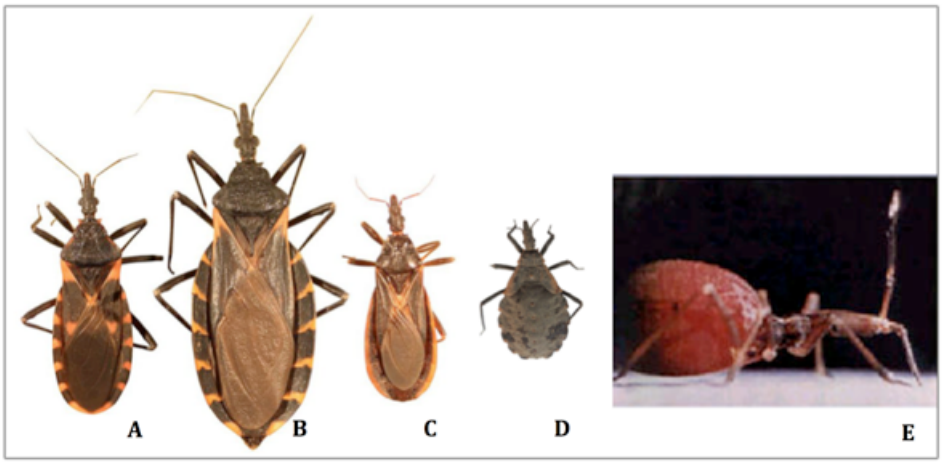
Şekil 3. *Triatomin* böceğinin yaşam döngüsündeki farklı aşamaları [Yumurta→Nimf {$N_{(1-5)}$}→Erişkin dişi ve erkek]

(https://www.cdc.gov/parasites/chagas/gen_info/vectors/triatomine_stages_lg.html)

1.2.2. Beslenme ve konak tercihleri

Yetişkinler ve olgunlaşmamış aşamalar benzer yaşam alanları ile benzer beslenme alışkanlıklarına sahiptir. Omurgalılar arasında ayırım yapmadan yaşadıkları çevredeki tüm evcil ve yabani omurgalılardan kan emerler (29). Besleme erken nimf dönemlerinde (N_{1-2}) bir veya iki dakikada tamamlanırken, bu süre N_5 ve erişkinlerde 25-30 dakika sürebilir. Daha uzun beslenme süresi demek böceğin konakta dışkılama olasılığının ve dolayısı ile de hastalık bulaştırma riskinin yükselmesi anlamına gelir (Şekil 4).

Yumurtlamada karanlık ve aydınlık sikluslar etkilidir (1), karanlık ortamda yumurtlama artar. *Rhodnius proxilus* türünde hem yumurtlama hemde beslenme abdominal sinirler ile ilişkili olan dokularda salınan seratonin hormununun kontrolu altındadır ve beslenme esansında hemolenfteki seviyesi artar (21). Yumurta üretimi için kan emek zorunludur, ancak nimf dönemlerinde yeteri kadar beslenen böcekler yetişkin hale geldiklerinde kan emmeden de yumurta çıkartabilirler (25).



Şekil 4. Teksas'da görülen öpen böcek türlerinden A. *Triatoma sanguisuga*, B. *Triatoma gerstaeckeri*, C. *Triatoma protracta* (Şekil: Gabriel L. Hame), D. geç dönem (dördüncü veya beşinci dönem) öpen böcek nimfi (Şekil: Rachel Curtis-Robles), E. kan emmiş bir *Triatomin* (http://www.metapathogen.com/kissing-bugs/)

Öpen böcekler Amerika kıtasında hem ormanlık hemde kuru bölgelerde görülür. Her türün kendine özgü habitatı vardır. Bir kısım *Triatonim*'ler (yaklaşık %5 civarında) konutlar, evlerin etrafındaki alanlar ile hayvan barınaklarında yaşarlar ve bunlara 'Domestik *Triatonim*'ler' adı verilir. Bu nedenle yerli halkın bakımsız kulübeleri önemli bir epidemiyolojik faktördür. Bir kısmıda kemiricilerin ve tavukların kanını emer. *Triatomin* türlerinin medikal önemi bu türlerin synantropizmi ile yakından ilişkilidir. Yani evcil ortama daha yakın yaşayan ve buraya adapte olan türlerin medikal önemleri daha fazladır. *Triatonim*'ler için insan habitatlarına yakın yerlerde yaşayan köpek, kedi ve ratlar önemli rezervuarlardır, bunun yanında opossum (*Didelphis marsupialis*) gibi çok sayıda silvatik rezervuarda vardır. Opossum, Amerika Birleşik Devletleri'nin kuzeyi ile Arjantin arasındaki bölgede sıkça görülen keseli bir hayvandır. Diğer silvatik rezervuarlar arasında armadillo, yarasa, sincap, yaban sıçanı ve faresi ile kobaylar sayılabilir (29).

1.2.3. Aktivitelerini etkileyen koşullar

Tüm *Triatomin* nimf ve erişkinleri kan ile beslenirler ve biraraya gelebilecekleri korumalı bir alana ihtiyaç duyarlar. Bu böceklerde, tahta kuruları gibi gececidirler (nocturnal) ve ışıktan kaçıp, yarık ve çatlakların içinde saklanırlar, geceleri kan emerler ve hareketleri çok süratlidir.

Böceklerdeki kimyasalları algılama (chemosensory) sistemi, yeni veya değişen konakçılara veya habitatlara ekolojik adaptasyonda önemli bir rol oynamaktadır (**4**). Kimyasal tanıma yada algılama moleküler düzeyde, içerisinde odorant bağlayıcı proteinleri (OBP), kemosensör proteinler (CSP), koku alma (OR) ve tat alma (GR) reseptörleri gibi birçok özelliği kodlayan genlerin dahil olduğu spesifik gen gruplarının aktivasyonuna bağlıdır (23). Geceleri konak uykudayken ve hava serinlediğinde kan emmek için omurgalı ararlar. Koku ve ısı bu böceklere konak bulmada yardımcı olur. Solunum yoluyla çıkan karbon dioksit (CO_2) ve bunun yanında omurgalı hayvanların deri, saç ve ekzokrin bezlerden salınan amonyak, kısa zincirli aminler ile karboksilik asit gibi uçucular *Triatomin*'leri cezbeder. Gece olduğunda farklı türlerdeki erişkin *Triatomin*'ler ışığın etkisi ile evlere doğru uçarlar. Ayrıca erişkinler rahatsız edildiklerinde keskin koku (izobütirik asit) üretirler ve gıcırdama sesi çıkartırlar.

1.3. Sınıflandırılması

Üst Alem : Eukaryota (Ökaryotlar)

Alem : Animalia (Hayvanlar)

Alt Alem : Metazoa

Üst şube : Ecdysozoa

Şube : Arthropoda (Arthropodlar)

Alt şube : Hexapoda (Hexapodlar)

Sınıf : Insecta (İnsektler)

Alt sınıf : Pterygota

Ara sınıf : Neoptera

Takım : Hemiptera

Takım altı : Heteroptera (Gerçek böcekler)

Ara takım : Cimicomorpha

Aile : Reduviidae (Suikastçi böcekler)

Alt aile : Triatominae (Öpen böcekler)

Triatominae alt ailesi, beş ara ailede (*Alberproseniini*, *Bolboderini*, *Cavernicolini*, *Rhodniini*, *Triatomini*) toplanmış 151 tanımlanmış türden oluşmaktadır. Bunlarda 149 tanesi hali hazırda mevcut olup, iki tanesi fosil olarak bulunmuştur. *Triatominae* alt ailesinde yer alan tüm türler *Trypanosoma cruzi*'nin potansiyel taşıyıcıları olarak kabul edilmektedir (18).

1.4. Toplama, saklama ve laboratuvara gönderme yöntemleri

Triatomin böcekleri evlerin içinde ve diğer iç mekanlarda, eski konutların çatlak ve deliklerinde veya sundurma altları, taşların arası, duvar çimentolarının altı, köpek kulübelerinin yada barınaklarının yakını, tavuk kümesleri ve kemirgen yuvaları veya oyukları gibi çeşitli açık alanlarda bulunabilir (29). Üzerlerinde bulunabilecek parazitlerin insanlara ve hayvanlara nakledilebilme olasılığından dolayı öpen böceklere kesinlikle çıplak elle dokunulmamalıdır. Öldüğü düşünülen öpen bir böcek görüldüğünde ve bunun tür bazında tespiti isteniyorsa örnekler laboratuvara uygun şekilde gönderilmelidir. Böcek bir eldiven yada küçük plastik bir poşet kullanılarak böcek ile direk temastan kaçınarak yakalanmalı, daha sonra dikkatli bir şekilde kilitli plastik poşet, küçük şişe ya da kap içersinde saklanmalıdır. Aynı zamanda böceğin temas ettiği tüm yüzeyler çamaşır suyu ile iyice temizlenmelidir. Son olarakta, böceğin tam olarak bulunduğu yer, tarih, bulunduğu saat ve gün, böceğin canlı olup olmadığı ve bulunduğu esnada ne yaptığını belirten bilgileri içeren bir form doldurularak laboratuvara gönderilmelidir (http://kissingbug.tamu.edu/faq/).

1.4.1. *Triatomin*'lerin üretilmeleri

Triatomin'lerin laboratuvar koşullarında üretilebilmesi için standart bir protokol, uygun kan kaynağı (tavşan koyun, tavuk, fare, rat ve kobay gibi) olabilecek bir konak ve uygun çevre koşullarına ihtiyaç vardır. Üretimi oldukça basit olmasına karşın böceklerin üremesine etki eden çok sayıda faktör vardır ve üretim esnasındaki küçük değişimler beslenme ile üreme potansiyeli üzerine olumsuz olarak yansıyabilmektedir. Tüm *Triatomin*'ler obligat kan emiciler olduğundan gelişmeleri için tüm nimf dönemlerinde [$N_{(1-5)}$] kan emmeleri gereklidir. *Triatomin*'ler özellikle yetişkin öncesindeki dönemlerinde kendinin 10-12 misli kan emebilen, sık aralıklar ile oldukça hızlı, acı vermeden beslenebilen becerikli canlılardır (3).

Triatomin'lerin laboratuvar koşullarında üretilebilmesi için insektaryum temel ihtiyaçtır. Bu insektaryum içerisinde, ihtiyaç duyulan kısmi karanlık koşulları sağlayabilecek, ısısı ve nemi kontrol edilebilen bir inkübatör

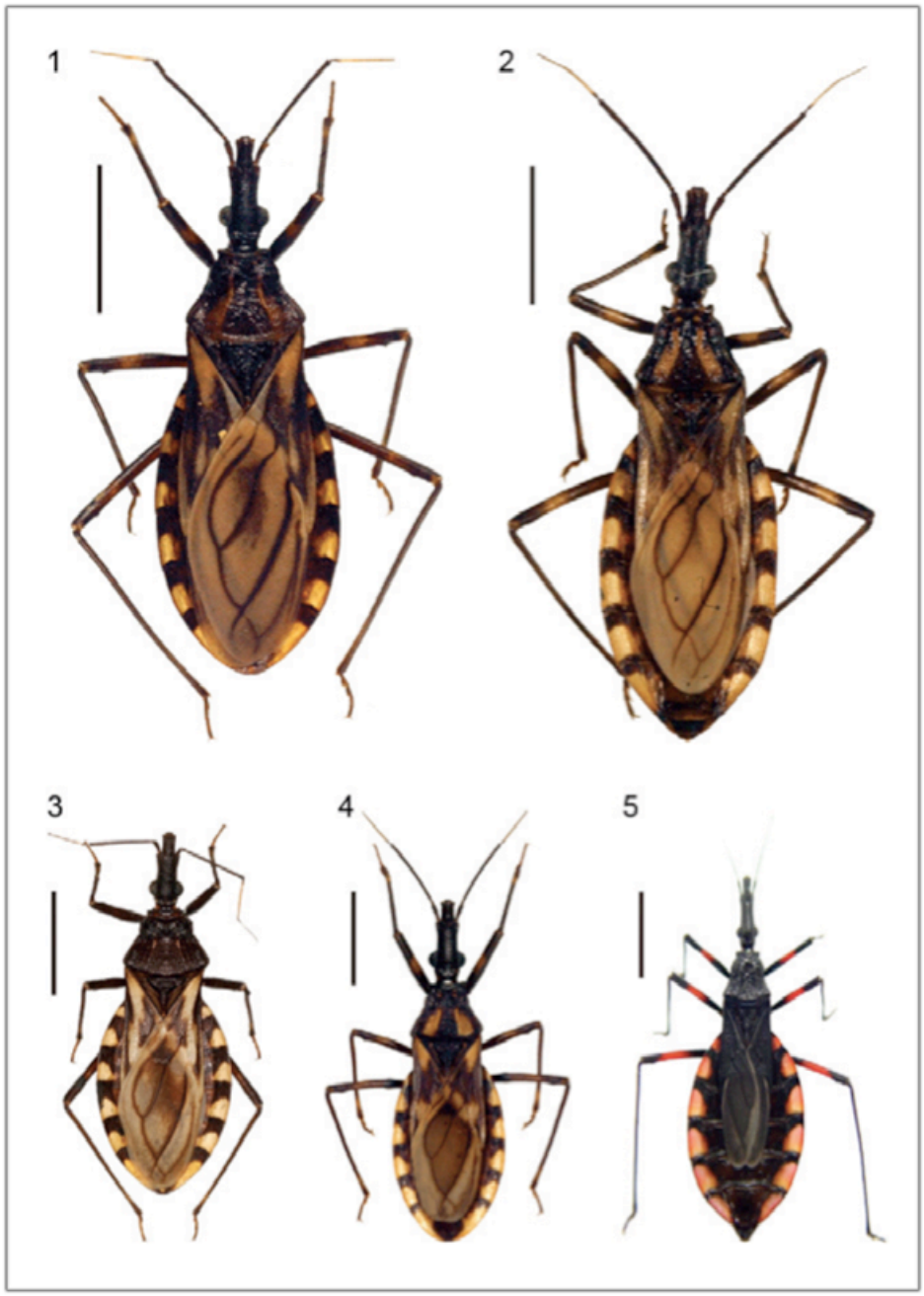
bulunmalıdır. Böceğin hem erişkin hem de nimfleri aynı inkübatörde yetiştirilebilir. Aynı zamanda intestaryum olarak kullanılan odada ısıtma, soğutma ile nemi ayarlayabilecek otomatik makinelere ihtiyaç duyulmaktadır. Isı ve nem sık aralılar ile kontrol edilip kayıt tutumalı ve *Triatomin*'lerin yetiştirilmesi esnasında elde edilen tüm biyolijik, fizyolojik, biyokimyasal veriler mutlaka kayıt altına alınmalıdır. Böceklerin yetiştirilmesinde uygulanan optimal sıcaklık 27-30 ºC arasındadır. 35 ºC'nin üzerindeki ve 22 ºC'nin altındaki sıcaklıklarda böcekler olumsuz etkilenmekte ve morfolojik anomaliler, üreme ve gömlek değiştirme sürelerinde uzamalar yada ölümler meydana gelebilmektedir. Bunun yanında, ortamın nemi böceklerin üremesi üzerinde daha az etki göstermekte ve ortamın bağıl nemi %60-85 arasında olabilmektedir. *Triatomin*'lerin farklı gelişme dönemlerinin üretilmesi için gerekli temel şartlar olan ısı, nem, kan kaynağı, ışık ve karanlık gibi koşullar optimal derecede karşılanmalıdır (3).

Triatomin'lerin laboratuvar koşullarında üretilmeleri ve/veya bu böcekler ile yapılacak kısa süreli deneysel çalışmalarda yukarıda bahsedilen yönteme alternatif olarak *in vitro* ortamda membran besleme yöntemi de kullanılabilir. Bu yöntemde böcekler, canlı memelilerden alınan defibrine yada antikoagulanlı kan ile canlı olarak beslenmektedir. Bu yöntemin *Triatomin*'lerin uzun süreli üretimlerinde de kullanılabileceği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (3).

Triatomin'lerin laboratuvar ortamında beslenmesi ile ilgili gerekli koşullar için ayrıntılara kaynaklar kısmında verilen linkten ulaşılabilir.

1.5. Tür tayin yöntemleri

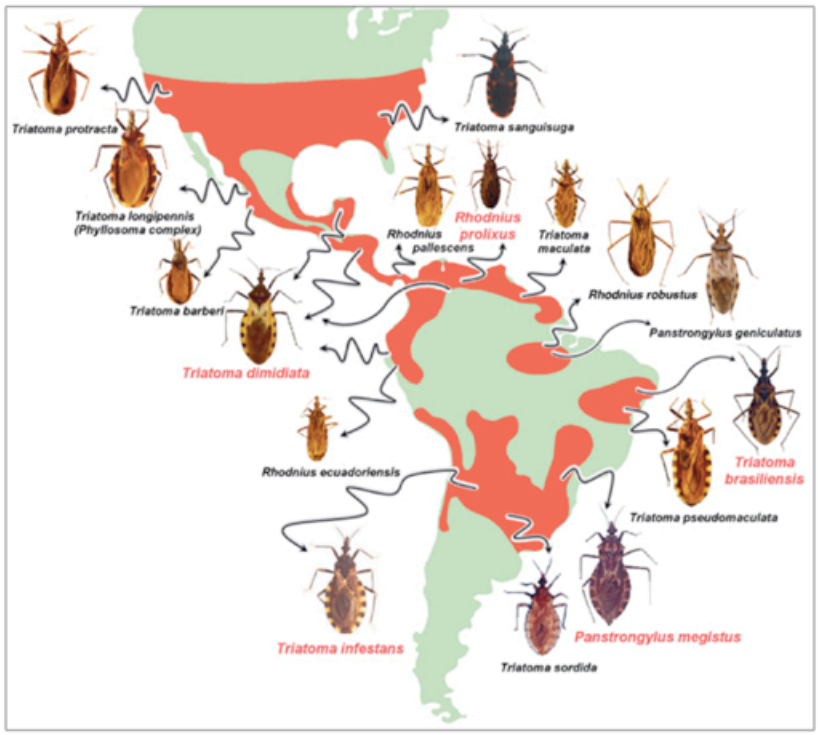
Triatomin'lerin tür ve alt türlerinin ayrımında kullanılan kriterler arasında böceklerin toplam uzunlukları, vücut renkleri, başın uzunluk ve genişliği, abdomenin genişliği, bacaklar üzerindeki renklenmeler ve bacak uzunlukları, interoculer boşluk (synhthlipis), pronotumun uzunluğu, pronotumun anterior ve posterior genişliği, anten segmentleri ile rostral segmentin uzunlukları ile hemlytra ve erkek genital organlar yer alır (8). Örnek olarak; *Triatoma brasiliensis* tür kompleksine ait dişi ve erkek beş öpen böceklerin bahsedilen kriteler kullanılarak yapılan ayrımları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5: *Triatoma brasiliensis* tür kompleksine ait dişi ve erkek beş öpen böceklerin dorsal'den görünümü. 1. *Triatoma brasiliensis macromelasoma*, erkek; 2. *Triatoma brasiliensis brasiliensis*, dişi; 3. *Triatoma juazeirensis*, erkek; 4. *Triatoma melanica*, erkek; 5. *Triatoma sherlocki*, dişi (8).

1.6. Türlerin dağılımları

Triatominae alt ailesine bağlı türlerin dağılımı çoğunlukla Yeni Dünya (Amerika kıtası) ile sınırlıdır ve bu türlere ülkemizde rastlanmamaktadır. *Triatominae* türleri, Amerika Birleşik Devletleri'nin güneyinden başlayarak, Latin Amerika boyunca Patagonya'yı içerisine alan bölgede yaygın olarak görülürler (29) ve bu sınırlı olan alanda yer alan çeşitli karasal ekosistemlere adapte olmuştur (Şekil 6).



Şekil 6. Epidemiyolojik önemi olan *Triatomine* türlerinin dağılımı. Kırmızı alanlar türlerin yaklaşık olarak coğrafi dağılımını göstermektedir. Kırmızı ile vurgulanan türler ise *Trypanosoma cruzi*'nin en önemli vektörleri olarak kabul edilmektedir (16).

1.7. Vektörlük açısından önemleri

Triatomin türlerini potansiyel hastalık vektörlerine dönüştüren bazı predispoze faktörler vardır. Bunlar arasında; türlerin coğrafik dağılımı, yerleşim yerlerine yakın olan peridomestik ekotopların konak tarafından ne sıklıkla kullanıldığı, böceklerin domestik ve peridomestik koloni kurabilme

kapasitesi ile farklı habitatlara ve konaklara adaptasyon ile beslenme derecesi ve etkinliği, dışkılama zamanı, yutulan parazitlerin çoğalma ve olgunlaşmalarını kolaylaştırma kabiliyeti gibi fizyolojik özellikleri ile yaşam süreleri sayılabilir. *Triatominae* alt ailesinin birden fazla ortak ataya sahip olduğunu (polifiletik) gösteren güçlü kanıtlar vardır. Yaklaşık 13 türden oluşan *Panstrongylus* cinsinde yer alan türlerden çoğu Güney ve Orta Amerika'da *Trypanosoma cruzi*'nin insanlara naklinden sorumludur (26). *Panstrongylus* cinsinde yer alan türler ağaç oyukları ve zemindeki hayvan tünellerinde yaşarlar (14). *Rhodnius* türleri birbirlerine çok benzerler ve morfolojik ayrımları oldukça zordur. *Rhodnius* türleri öncelikle palmiye ağacı habitatlarını tercih ederler ve buradaki kuşlardan, özelliklede kuş yuvalarındaki kuşlardan beslenirler (14). *Triatoma* türleri ağırlıklı olarak karasal kayalık habitatlar veya kemirgen yuvalarının olduğu bölgelerde görülür (15). *Rhodnius* cinsine nazaran, *Triatoma* ve *Panstrongylus* cinsleri birbirleriyle daha yakın ilişkidedirler. Yukarıda belirtilen farklı habitatlar ilgili türlerin vektörlük pansiyeli üzerine pozitif veya negatif bir etki göstermektedir.

1.7.1. Vektörün taşıdığı patolojik etkenler

Triatominae alt ailesi içerisinde yer alan *Triatoma*, *Rhodnius* ve *Panstrongylus* cinsleri, insanlarda Chagas hastalığının etkeni olan *Trypanosoma cruzi*'yi nakletmeleri yönüyle insan sağlığı açısından önemi oldukça büyüktür. En az 40 *Triatomin*, *Trypanosoma cruzi*'yi barındırabilir ve hepsi enfeksiyonun potansiyel nakledicisidir. *Triatominae* alt ailesinde yer alan, ancak paraziti taşıdığı belirlenmemiş olan diğer türlerde *Trypanosoma cruzi*'nin potansiyel taşıyıcıları olarak düşünülmektedir (18). Tüm *Triatomin* türleri *Trypanosoma cruzi* için uygun konaklardır, ancak türler kendi aralarında vektörlük yapabilmeleri yönüyle ya da farklı bir deyişle duyarlılıkları yönü ile farklılıklar gösterirler. Yapılan deneysel çalışmalarda *Dipetalogaster maximus* ve *Triatoma rubrovaria* türlerin dışkılarında çok sayıda trypomastigot belirlenmişken, *Triatoma vitticeps* türünün dışkısında oldukça az sayıda trypomastigot belirlenmiştir (31). *Trypanosoma cruzi* için en sık vektörlük yapan türler arasında *Panstrongylus megistus*, *Triatoma infestans*, *Triatoma dimidiata* ve *Rhodnius proxilus* yer almaktadır. Her tür kendine ait habitatta önem arz etmektedir. *Triatoma infestans*'ın, *Trypanosoma cruzi*'yi nakledebilmesi için canlı olmasına gerek yoktur. Tek sprey uygulamasından sonrası ölen böceklerde iki haftaya kadar fareler için enfektif olan canlı trypomastigotlara rastlanmıştır (2).

Böceklerin, *Trypanosoma cruzi* ile doğal enfeksiyon oranı *Triatomin* türüne bağlı olarak %1-70 arasında değişebilir. *Triatoma dimidiata*'da, *Trypanosoma cruzi* ile enfeksiyon oranı %30 civarındadır ve bu tür deneysel olarak birden fazla kez etkenleri nakledebilme kapasitesine sahiptir. *Triatoma dimidiata* ile ısırılmayı takiben ısırma yeri ile dışkılama bölgesi oluşan histolojik değişiklikler açısından incelendiğinde, ısırılan bölgeye böceğin tükürüğü eosinofiller ile mononükleer hücrelerin toplanmasına yol açarken, dışkı ile inokülasyon o bölgeye nötrofillerin toplanmasına yol açmakta ve *Triatoma dimidiata*'nın tükürük veya dışkılarıyla daha önce meydana gelmiş bir temas, *Trypanosoma cruzi* ile enfekte farelerdeki parazitemi seviyesini azaltmaktadır (24). Bu yönü ile deneysel olarak farelerde tekrarlı *Triatomin* ısırılmalarına maruz kalmanın *Trypanosoma cruzi* ile oluşabilecek bulaşmalara karşı bir düzeye kadar koruma sağlanabileceğini göstermiştir.

1.7.1.1. Vektörlük yapılan patojenin insekt içerisinde hayat döngüsü

Trypanosoma cruzi, bu böceklerin orta ve son barsaklarında 20 günlük bir gelişme süresinden sonra barsaklara doğru göç ederler ve böceğin kan emmesi esnasında ya da kan emdikten hemen sonra kan emdiği bölgeye dışkı bırakmasından faydalanarak konağın derisine arka durak (sterkoraryan; dışkı yoluyla) yolla verilirler ve etkenler kendi aktif hareketleri ile deride açılan portrantelerden konak vücuduna girerler. Bu eklem bacaklılar hastalık etkeni olan *Trypanosoma*'ları yıllarca taşıyabilirler (29).

1.7.1.2. Tanısı

Evlerde *Triatomin*'lerin varlığı dışkıları, yumurtaları ve erişkinlerinin görülmesi ile belirlenebilir. *Triatomin*'ler enfekte evlerin duvarlarında 2 çeşit dışkı bırakır; bunlardan biri ürik asitli, beyaz renkteki dışkı, diğeri ise koyu (yada siyah) renkte ve heme maddesi içeren dışkıdır. Bunun yanında duvar yarıklarda beyazımsı veya pembemsi yumurtalar görülebilir. Kan emmiş olan böceklerin hareketliliği kısıtlanır ve bunlarda kolayca tespit edilebilir (29).

2. KONTROL YÖNTEMLERİ

Öpen böcekler çok hareketli olduklarından bunlar ile savaş oldukça güçtür. Öpen böcekler geceleri aktiftirler ve gece yanan ışıklar böcekleri cezbeder. Evde tek bir öpen böcek olması çok önemli olmayabilir, ancak evlerde kanatsız nimflerin yada çok sayıda erişkin öpen böcek görülmesi beslenen bir kolonin varlığına işaret eder ve bu koşullar altında böcekler kontrol altına alınmalıdır (http://citybugs.tamu.edu/factsheets/biting-stinging/others/ent-3008/).

2.1. Kültürel ve Fiziksel Kontrol

Öpen böcekler kötü inşa edilmiş eski evlerde daha yaygın olarak bulunurlar. Bir evde yaşayan *Triatomin*'lerin sayısı, o evde barınan insan sayısı ile doğru orantılı olarak artar (27). *Triatomin*'lerin sayısı, evin yapısal özelliklerinin ve çevrenin değiştirilerek yaşam alanlarının sayısının azaltılması ile düşürülebilir. Örnek olarak; evlerin yakınındaki odun yığınlarının uzaklaştırılması ve zemine beton atılması *Triatoma dimidiata* enfestasyonlarını neredeyse tamamen engelleyebilir (36, 28). Bunun yanında, konutlar etrafındaki köpek, kuş ve kobay gibi böceklerin beslenebilecekleri kaynakların sayısının azaltılması *Triatomin*'lerin kontrolü için oldukça etkin yöntemler arasındadır. Etraftaki çöp yığınları, kuş ve hayvan yuvaları ile oyuklar yok edilmeli ve evlerin içerisindeki rodentler ve kuşlar evden çıkartılmalıdır. Evdeki pet hayvanları rutin olarak ısırılma yönünden kontrol edilmelidir. Bunun yanında, endemik bölgelerden endemik olmayan bölgelere çeşitli yollarla taşınım mümkündür. Özellikle, oluklu karton kutuların *Triatomin*'lerin endemik olmayan bölgelere yayılmalarında önemli taşınım araçlarından biri olduğu ve endemik bölgelerden gelen karton kutuların gerekli önlemler alınarak açılması ve takiben uygun koşullarda imha edilmesinin hastalık taşıyan *Triatomin*'lerin yayılmasının önlenmesi açısından elzem olduğu bildirilmiştir (11).

2.2. Bireysel Kontrol

2.2.1. Cibinlikler

Yatakları korumak için evlere tel kafes ve tül cibinlik konularak geceleri böcekler ile temas fiziksel olarak engellenebilir (29).

2.2.2. Bitkisel Ürünler ve Kovucular (Repellentler)

Bitkisel ekstraklar öpen böceklere karşı etkin olarak kullanılmıştır (29). Büyüme regülatörü olan triflumuron (TFM)'un *Rhodnius prolixus* türlerinin yumurtlama, yumurtadan çıkma ve mortalite gibi faktörleri üzerine etkisi

incelendiğinde TFM'nin, *Rhodnius prolixus*'un erişkin dişilerinde güçlü bir büyüme önleyici etkisi olduğu ve hematofagöz *Triatomin* türlerine karşı entegre vektör kontrol programlarında kullanılma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir (17). Bunun yanında entomopatojen mantarlar, *Triatomin*'lerin kontrolünde kullanılan alternatif bir yöntemdir. Mantar türlerinden olan *Metarhizium* spp. ile *Beauveria bassiana*'nın farklı izolatlarının *Rhodnius prolixus*'a karşı etkinliğinin (patojenite ve virülensi) araştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada bütün izolatların böcekte virülent olduğu tespit edilmiştir. Ancak, *Trypanosoma cruzi* ile enfekte olan *Rhodnius prolixus* türlerinde bir dereceye kadar, kullanılan biyopestisite karşı direnç geliştiği ve bununda bu mantar türlerinin biyolojik ajan olarak kullanılmasının enfekte böceklerin pozitif seleksiyonuna neden olabileceğinden dolayı kullanılması önerilmemiştir (13).

2.3. Insektisitler ve uygulamaları

Öpen böceklerin saklanabilecekleri yerlerin residual insektisitler ile ilaçlamasıda etkin bir kontrol yöntemidir. Latin Amerika'da hükümetler arası Chagas hastalığı kontrol girişimleri, kan nakli ve *Triatomin* böceklerinin lokal popülasyonları yoluyla *Trypanosoma cruzi*'nin bulaşmasının önüne geçilmesi amacıyla 1990'lı yıllarda başlatılmıştır (33). Kan verenlerin taranması ve vektör kontrolü, *Trypanosoma cruzi* enfeksiyonunun ve risk altındaki insanlardaki hastalık prevalansını önemli ölçüde azaltmıştır. *Trypanosoma cruzi*'ye karşı etkili bir aşı olmaması, vektör böceklerin residüyel insektisitler ile ilaçlanmasının halen daha *Triatomin* popülasyonlarının baskılanmasında kullanılan tek ve en düşük maliyetli araç olarak devam etmesini sağlamıştır (32). Vektör kontrolünde kullanılan protokoller ve yöntemler 1960'lı yıllarda standart hale getirilmiştir (30). 1980'lerde piretroid ihtiva eden ilaçlarının ortaya çıkmasından bu yana, *Triatomin*'lerin tamamen baskılanmasının teknik olarak mümkün olduğu görülmüştür (10, 34). Vektör kontrolü için böcek ilaçlarını uygulamada kullanılan temel ekipmanların özellikleri Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenmiştir (35). Bu amaçla Chagas hastalığına karşı korumada kullanılan insektisitler genellikle manuel sıkıştırmalı püskürtücülerle (MCS) uygulanır. Arjantin'in Mendoza bölgesinde, Chagas kontrol programında insektisit uygulaması için modifiye motorlu araçlara monte püskürtücü (VMS) kullanımını başlatılmış ve elde edilen saha deneyimleri bu yöntemin geleneksel MCS'den daha avantajlı olduğunu ve VMS'nin özellikle zorlu saha koşullarında, daha az güç sarf ederek, birim zaman başına daha fazla oranda püskürtme avantajı sağladığını göstermiştir (7).

Özellikle ahşap ev veya barınaklarda insektisitli boyalar ile duvarların boyanması belli bir seviyeye kadar koruma sağlayabilmektedir (**20**). Evdeki odaların köşe kısımları, pencere ve kapı çerçeveleri, pet hayvanların yuvaları ile diğer şüpheli giriş noktaları uygun insektisitler ile ilaçlanmalıdır (http://citybugs.tamu.edu/factsheets/biting-stinging/others/ent-3008/). Evlerde permetrin, bifenthrin, cyfluthrin, esfenvalerate yada lambda cyhalothrin içeren insektisitler kullanılabilir. Ancak, ilaçlamalarda çevresel kontaminasyona azami ölçülerde dikkat gösterilmelidir.

3.2.1. İnsektisitlere Hassasiyet

Triatoma infestans'ın beslenme durumu insektisitlere karşı duyarlılığını etkilemektedir. Aç nimflerin, yaklaşık doymuş erişkinlerden çok daha fazla insektisit direnci gösterebildikleri bildirilmiştir (12).

3. KAYNAKLAR

1. Ampleford EJ., and Davey KG. Egg lying in the insect Rhodnius proxilus is timed in a circadian fashion. J. Insect Physiol., 1989;35:183-88
2. Asin SN., and Catala SS. Are dead Triatoma infestans a compenent vector of Trypanosoma cruzi?. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 1991;86:301-6
3. Azambuja P and Garcia ES. Care and maintance of triatomine colonies. Crampton JM., Berd CB. and Louis C., editors. Molecular Biology of Insect Disease Vectors: A methods manual. Chapma & Hall. 1997. p. 56-64. ISBN 0 412 73660 8. Available from: https://books.google.com.tr/books?id=SQj9CAAAQBAJ&pg=PA56&lpg=PA56&dq=Care+and+maintenance+of+triatomine+colonies&source=bl&ots=MhPJn4mtcm&sig=sLBcpK0Jk4Vfl1R8vxdKbrcXa6Y&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwjXpfTV7dPTAhUMG5oKHQ2GDfoQ6AEINjAJ#v=onepage&q&f=false.
4. Benton R. Multigene Family Evolution: Perspectives from Insect Chemoreceptors. Trends Ecol Evol., 2015;30: 590–600. doi: 10.1016/j.tree.2015.07.009
5. Cabello DR., Galíndez I. Vital statistics of Panstronglus geniculatus (Latreille 1811) (Hemiptera: Reduviidae) under experimental conditions. Mem Inst Oswaldo Cruz., 1998;93(2):257-62.
6. Cabello DR., Lizano E. Biology of Triatoma flavida Neiva 1911 (Hemiptera: Reduviidae) under laboratory conditions. Mem Inst Oswaldo Cruz, 2001; 96: 879-882
7. Carbajal de la Fuente AL., Lencina P., Spillmann C., Gürtler RE. A motorized vehicle-mounted sprayer as a new tool for Chagas disease vector control. Cad Saude Publica., 2017;33(1):e00099115. doi: 10.1590/0102-311X00099115.
8. Costa J., Correia NC., Neiva VL., Gonçalves TCM., Felix M. Revalidation and redescription of Triatoma brasiliensis macromelasoma Galvão, 1956 and an identification key for the Triatoma brasiliensis complex (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae). Mem Inst Oswaldo Cruz, 2013; 108(6): 785-789.
9. Daflon Teixeira NF., Carvalho-Costa FA., Chiang RG., Lima MM. Influence of blood meal and mating in reproduction patterns of Triatoma brasiliensis females (Hemiptera: Reduviidae) under laboratory conditions. Mem Inst Oswaldo Cruz., 2009;104(7):1031-4.
10. Dias JC., Schofield C. The evolution of Chagas disease (American Trypanosomiasis) control after 90 years since Carlos Chagas discovery. Mem Inst Oswaldo Cruz 1999; 94:103-21.
11. Dolhun EP., Antes AW. A Case of Cardboard Boxes Likely Facilitating the Biting of a Patient by Trypanosoma cruzi-Infected Triatomine Bugs. Am J Trop Med Hyg. 2016;95(5):1115-1117.
12. Fontan A., and Zebra E. Influence of the nutritional state of Triatome infestans over the insecticidal activity of DTT. Copm. Biochem. Physiol. Comp. Pharmaol. Toxiol., 1992;101:589-91.
13. Garcia ARM., Rocha AdP., Moreira CC., Rocha SL., Guarneri AA., Elliot SL. Screening of Fungi for Biological Control of a Triatomine Vector of Chagas Disease: Temperature and Trypanosome Infection as Factors. PLoS Negl Trop Dis., 2016;10(11):e0005128. doi:10.1371/journal. pntd.0005128
14. Gaunt M, Miles M. The ecotopes and evolution of triatomine bugs (Triatominae) and their associated trypanosomes. Mem Inst Oswaldo Cruz, 2000;95(4):557-65.

15. Gaunt MW., Miles MA. An insect molecular clock dates the origin of the insects and accords with palaeontological and biogeographic landmarks. Mol Biol Evol., 2002;19(5):748-61.

16. Gourbiere S, Dorn P, Tripet F, Dumonteil E. Genetics and evolution of triatomines: from phylogeny to vector control. Heredity (Edinb). 2012;108(3):190-202. doi: 10.1038/hdy.2011.71. Review

17. Henriques BS., Genta FA., Mello CB., Silva LR., Codogno TF., Oliveira AF., Marinho LP., Valle D., Lima JB., Feder D., Gonzalez MS., Azambuja P. Triflumuron Effects on the Physiology and Reproduction of Rhodnius prolixus Adult Females. Biomed Res Int., 2016;2016:8603140.

18. Justi SA. and Galvão C. The Evolutionary Origin of Diversity in Chagas Disease Vectors. Trends Parasitol, 2017; 33(1):42-52. doi: 10.1016/j.pt.2016.11.002. Review.

19. Krenn HW., Aspöck H. Form, function and evolution of the mouthparts of blood-feeding Arthropoda. Arthropod Structure & Development, 2012; 41: 101-118.

20. Lacey LA., D'Alessandro A., and Barretto M. Evluation of a chlorphriofos-based paint for the control of Triatonimae. Bull. Soc. Vect. Ecol., 1989;14:81-86

21. Lange AB., Orchard I., and Barrett FM. Changes in hemolymph serotonin levels associated with feeding in the blood-sucking bug, Rhodnius proxilus. J.Insect Physiol., 1989;35:393-400.

22. Luitgards Moura JF., Vargas AB., Almeida CE., Magno-Esperança G., Agapito-Souza R., Folly-Ramos E., Costa J., Tsouris P., Rosa-Freitas MG. A Triatoma maculata (Hemiptera, Reduviidae, Triatominae) population from Roraima, Amazon region, Brazil, has some bionomic characteristics of a potential Chagas disease vector. Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 2005;47(3):131-7.

23. Mesquita RD., Vionette-Amaral RJ., Lowenberger C., Rivera-Pomar R., Monteiro FA., Minx P., et al. Genome of Rhodnius prolixus, an insect vector of Chagas disease, reveals unique adaptations to hematophagy and parasite infection. Proc Natl Acad Sci., 2015; 201506226. doi: 10.1073/pnas.1506226112

24. Monteon V., Quen-Rámirez E., Macedo-Reyes V., Lopez R., Acosta-Viana K., Pennigton P., Ramos-Ligonio A. Pre-exposure to faeces or saliva of Triatoma dimidiata decreases parasitemia in mice challenged with Trypanosoma cruzi: a description of the inflammatory reaction at the inoculation site. Ann Parasitol., 2016;62(3):209-219.

25. Noriega FG. Autogeny in the three species of Triatominae: Rhodnius proxilus, Triatoma rubrovaria, and Triatoma infestans. (Hemiptera:Reduviidae). J. Med. Ent., 1992;29:273-77.

26. Patterson JS, Barbosa SE, Feliciangeli MD. On the genus Panstrongylus Berg 1879: evolution, ecology and epidemiological significance. Acta Trop., 2009;110(2-3):187-99.

27. Piesman J., Sherlock IA., and Christensen H. Host availibilty limits population density of Panstrogylus megistus. Am. J. Trop. Med. Hyg., 1983;32:1445-50

28. Santos CV., Bedin C., Wilhelms TS., Villela MM. Assessment of the Housing Improvement Program for Chagas Disease Control in the Northwestern municipalities of Rio Grande do Sul, Brazil. Rev Soc Bras Med Trop., 2016;49(5):572-578. doi: 10.1590/0037-8682-0386-2016

29. Schmidt GD., and Roberts LS. Parasitic Insects: Hemiptera, The bugs. Roberts LS. and Janovy J, editors. Foundations of Parasitology 5th edition; USA: Wm. C. Brown Publishers; 1996. p. 550-552.
30. Schofield C. Field testing and evaluation of insecticides for indoor residual spraying against domestic vectors of Chagas disease. 2015. http://www.who.int/whopes/gcdpp/publications/en/index3.html
31. Silva IGD., and Silva HHGD. Differences in susceptibility to "Y" strain of Trypanosoma cruzi (Kinatoplastida:Trypanosomatodae) among 11 species triatomines (Hemiptera, Rediviidae). Rev. Brasil. Entomol., 1993;37:459-63.
32. Waleckx E., Gourbière S., Dumonteil E. Intrusive versus domiciliated triatomines and the challenge of adapting vector control practices against Chagas disease. Mem Inst Oswaldo Cruz, 2015; 110:324-38.
33. World Health Organization. Chagas disease in Latin America: an epidemiological update based on 2010 estimates. Geneva: World Health Organization; 2015. (WHO Report 2015).
34. World Health Organization. Control of Chagas disease. Geneva: World Health Organization; 2002. (WHO Report 2002).
35. World Health Organization. Equipment and application. http://www.who.int/whopes/equipment/ en/ (WHO Report 2015).
36. Zeledon R., and Vargas LG. The role of dirt floors and of firewood rural dwellings in the entomology of Chagas' Disease in Costa Rica. Am. J. Trop. Med. Hyg., 1984;33:232-35.

BÖLÜM 13

KENELER (Acarina: Ixodidae / Argasidae) VEKTÖRLÜKLERİ ve MÜCADELESİ

Doç. Dr. Serkan BAKIRCI[1], Prof. Dr. Münir AKTAŞ[2], Prof. Dr. Zati VATANSEVER[3], Prof. Dr. Levent AYDIN[4]

[1] Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Aydın; [2] Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Elazığ; [3] Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Kars; [4] Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Parazitoloji Anabilim Dalı, Bursa

1. ARTROPOD VEKTÖR

Keneler, zorunlu kan emici ektoparazitler olup birçok yapısal ve biyolojik yönü ile böceklerden ayrılan ve Arachnida sınıfında yer alan eklem bacaklılardır. Keneler memeli, kuşlar ve sürüngenleri kapsayan geniş konak spektrumuna sahiptir ve özellikle tropik ve subtropik iklim kuşaklarında sıklıkla karşılaşılan arthropodlardır (52).

Keneler direkt etkileri yanında, pek çok enfeksiyon etkenine vektörlük yapmaları nedeniyle Veteriner Hekimlik ve insan sağlığı açısından önem taşırlar (84, 85). Vektörlerle bulaşan zoonotik karakterdeki patojenler ekosistemin bir parçasıdır ve keneler de bu zoonotik enfeksiyonların naklinde rol oynayan en önemli vektörlerdir. Kenelerin insan ve hayvanlara 200 kadar hastalık etkenini (virus, bakteri, protozoon, helmint) naklettiği bilinmektedir. (54, 82-84).

1.1. Taksonomi ve Morfoloji

Anaç : Arthropoda

Anaç Bölümü : Chelicerata

Sınıf : Arachnida

Sınıf Altı : Acarina

Dizi : Metastigmata

Familya Üstü : Ixodoidea Banks, 1894

1. Familya: Ixodidae Murray, 1877
2. Familya: Argasidae Canestrini, 1890
3. Familya: Nuttalliellidae Bedford, 1931

Üç ayrı aileye bağlı günümüzde Dünya'da 896 (Argasidae 193 tür, Ixodidae 702 tür, Nuttalliellidae 1 tür) kene türünün varlığı kabul edilmekte (41,42) ve bu türlerin yaklaşık %10'unun, patojen-kene-omurgalı konak döngüsünde rol oynadığı bilinmektedir (14, 48). Nuttalliellidae ailesinde bulunan tek tür *Nuttalliella* soyuna bağlı *Nuttalliella namaqua* olup, sadece Afrika'nın Namaqualand bölgesinde serbest olarak taşların altında saptanmış olup, parazitik özelliği bilinmemektedir (15). Türkiye'de ise şimdiye kadar yapılan çalışmalarda iki aileye bağlı 10 soyda toplam 32 kene türü bulunmuştur (9). Bunların içinde *Ixodes ricinus, Haemaphysalis concinna, Hae. parva, Hae. punctata, Hae. sulcata, Hyalomma aegyptium, H. anatolicum, H. scupense, H. dromedarii, H. excavatum, H. marginatum, Dermacentor marginatus, Rhipicephalus (Boophilus) annulatus, Rhipicephalus bursa, R. sanguineus, R. turanicus, Argas persicus, A. reflexus* gibi Veteriner Hekimliği ilgilendiren Ixodidae ve Argasidae ailesine mensup türler, ülkemizin pek çok bölgesinde sıklıkla karşılaşılan türlerdir (13).

Ixodidae ve Argasidae ailesindeki keneler morfolojik, biyolojik ve ekolojik açıdan birbirlerinden farklılıklar göstermektedirler. Buna karşın her iki aileye mensup kenelerin gelişmelerinde yumurta, larva, nimf ve olgun olmak üzere dört ayrı gelişme dönemi vardır. Argasidae ailesindeki keneler beş soyda toplanmış olup (*Antricola, Argas, Nothoaspis, Ornithodoros* ve *Otobius*) bunlarda

göz ve kitin plaklar yoktur (yumuşak keneler) (29). Larva dışındaki gelişme formlarında ağız organelleri ventralde olup dorsalden bakıldığında görülmez. Bazı türlerinde dorsal ve ventral yüzü birbirinden ayıran bir çizgi mevcuttur. Bu kenelerin erkek ve dişilerinde seksüel dimorfismus dışarıdan bakıldığında belirgin değildir. Argasidae ailesindeki keneler daha çok kış aylarında, nem oranı düşük bölgelerdeki hayvanlar üzerinde ve barınaklardaki yarık ve çatlaklarda saptanmıştır (32).

Ixodidae ailesindeki keneler genel olarak baş, vücut ve bacaklar olmak üzere üç kısımdan ibarettir. Bu üç kısım yapıları itibarıyla bu ailedeki kenelerin soy ve tür özellikleri ile erkeklik ve dişilik açısından önem taşımaktadır. Baş ve vücut üzerindeki çeşitli organellerin varlığı, şekilleri ve büyüklükleri morfolojik açıdan soy ve tür teşhisinde ayırıcı kriterler olarak değerlendirilmektedir (82-84). Vücut (idiosoma) kısmı; önde bir podosoma ve arkada opisthosomadan ibarettir. Podosoma kısmında bacaklar ve yetişkinlerdeki genital açıklıklar dışında Ixodidae ile Argasidae'yi birbirinden ayıran skutum bulunur. Ixodidae'lerde skutum dişilerde, larva ve nimflerde ön dorsal yüzeydedir, ancak erkeklerdeki skutum tüm dorsal vücut yüzeyini örter. Skutum üzerinde tür tayininde önem arz eden, çukurluklar, noktalamalar, servikal oluklar, lateral oluk yada sırtlar ve gözler bulunmaktadır. Bu tabaka erkek bireylerin fasza miktarda kan emmelerine engel olur. Buna bağlı olarak, kan emmiş dişi bireyler erkeklere göre hacimce daha büyük yapıdadırlar. Bazı türlerde skutumun üzeri adeta nakışla işlenmiş gibi süslüdür. Yine bazı türlerin vücudunun arka kenar kısımlarında festoon olarak adlandırılan oluşumlar vardır. Ventral yüzeyde ise genital açıklık, genital oluk, coxa'lar ve erkeklerde kitini plaklar mevcuttur. Skutum'un hemen arkasında uçucu çekici seks feromonu (2, 6-diklorofenol) salgılaması için kullanılan çift foveal gözenekler bulunur. Stigmalar dördüncü coxa'ların arkasında lokalize olmuştur(10, 41). Argasidae kenelerinde ise skutum bulunmaz ve çoğu türün vücudu yuvarlaktır. Bunlarda aynı zamanda kütikül yüzeyi meme başı olarak adlandırılan küçük çıkıntılarla kaplıdır. Stigmalar argasidae'lerde üç ve dördüncü çift coxa'larınarasında yer almışlardır (41).

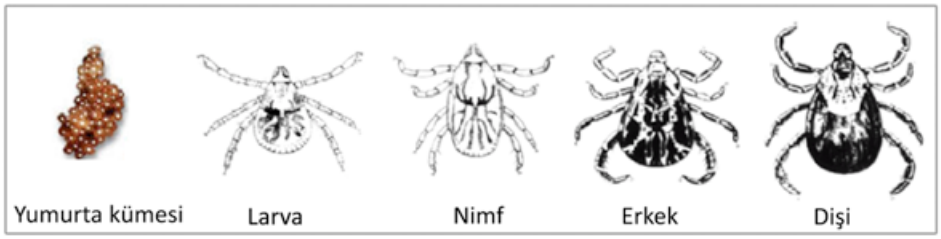
Kapitulum; ağız organellerinin oturduğu basis kapituli, bir çift cheliser, hipostom ve bir çift dört segmentli palp kısımlarından oluşmaktadır (Şekil 2). Kapitulum, ixodid kenelerin her üç gelişme döneminde de vücudun ön kısmında yer almakta ve üstten bakıldığında görülebilmektedir. Bu kısım (kapitulum), kenenin konağa tutunmasında ve kan emmesinde önemli rol oynar. Kapitulum'unarka kısmında ve skutumun lateral kenarlarında bir çift göz vardır. Bazı ixodid kene türlerinde (*Ixodes* spp., *Haemaphysalis* spp.) göz bulunmaz (Şekil 3 ve 4) (4, 6, 7, 11, 52, 54, 94). Basis kapituli şeliserlerin basal kısmını ve farenksi kuşatan büyük bir halka biçimindedir. Palpler yan kısımlarından çıkarken tam ortada hipostom yer almaktadır. Basis kapituli

üzerinde, ixodid dişilerde poros area adı verilen ve çok sayıda gözenek içeren bir çift çukurluk bulunmaktadır. Bu çukurluklarda, özellikle yumurtlama esnasında aktif hale gelen, salgı hücrelerine sahip komplex bezler yer almaktadır. Hipostom, palpler arasında kapitulum üzerinde ventral olarak yerleşmiş ve üzerinde kan emme sırasında konağa bağlanmaya yardımcı olan 2/2 ve/veya 3/3 düzende tekrarlanan dentik çıkıntılar (dişler) barındırmaktadır. Ixodidae'lerde palplerden dördüncüsü üçüncü palp ekleminin içerisine girmiş olup, çoğunlukla düğme şeklinde görülür (82-84).

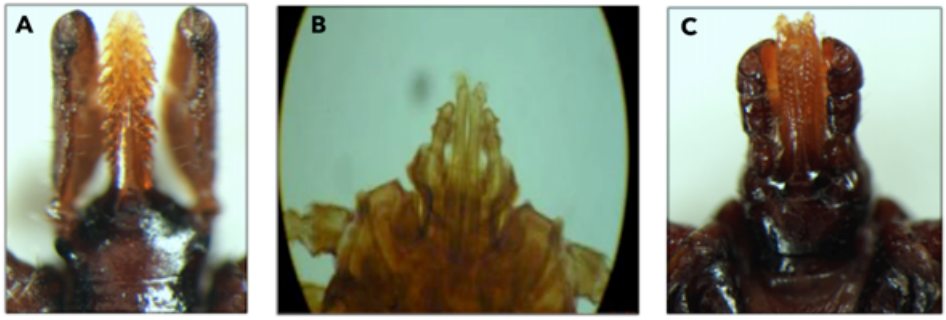
Erişkin keneler ve nimfler dört çift bacağa sahip iken (nimflerde genital organ gelişmemiştir) larvalar üç çift bacağa sahiptir. Bacaklar; coxa, trochanter, femur, patella, tibia ve tarsus olmak üzere altı paraçadan ibarettir. Coxa vücudun ventral yüzeyinde yer almaktadır. Bacakların sonunda bir çift tırnak ve tırnakların ventral yüzeyinde ise tutunmaya yarayan zar şeklinde pulvillum adı verilen organel vardır (Argasidae türlerinde bu organel yoktur). Önde birinci çift ayakta tarsuslar üzerinde Haller organeli denen bir çukurluk yer almıştır. Bu yapı konak konumunu belirlemek, konak kokularını belirlemek, feromonları tanımak ve diğer duyusal işlevleri belirlemek için birincil organ olarak son derecede önemlidir (82-84).

Kenelerin sindirim sistemi preoral kanal ve ön barsak, mide (orta bağırsak) ve arka bağırsak olmak üzere üç kısımdan oluşmuştur. Preoral kanal, ixodid kenelerde beslenme esnasında tükürük bezinden salgılanan tükürük sıvısının konağa geçmesini de sağlar. Kan emme ile tükürük sekresyonu dönüşümlü (fasılalı) yapılır. Mide yada orta barsak beslenen/beslenmiş kenelerde, vücuttaki en büyük organdır. Diğer pek çok kan ile beslenen artropodlarda olduğu gibi kenelerde de mide bir depolama organı olarak hizmet ettiği gibi, kenelerin emdiği kanı uzun süre kademeli olarak sindirmesini sağlar. Arka bağırsak; barsak, rectum kesesi ve rectum'dan ibarettir (82-84).

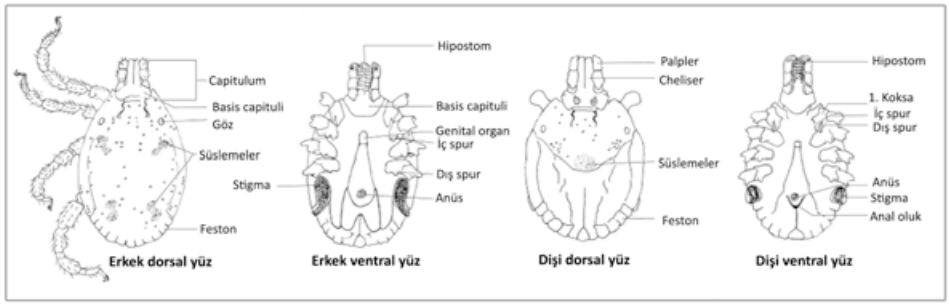
Tükürük bezi, vücudun ön tarafında yer alan ve iki yanlı olarak geriye doğru uzanan, üzüm salkımı şeklinde görülen asini hücrelerinden oluşur. Tükürük bezleri, kan dolaşımını konsantre ederek ve yalnızca fazla suyu değil, aynı zamanda belirgin ozmotik stres yaratacak iyonları da ortadan kaldırarak su dengesinin korunmasında önemli bir unsurdur (3). Tükürük bezi hücrelerinden salgılanan tükürük, küçük kanalcıklarla, ağız organellerine doğru uzanan ve farenkse açılan büyük kanallara oradan da preoral kanal ile konağa aktarılır. Tükürük bezinde bulunan asiniler temel olarak agranular (Tip I) ve granular (sekrotik) olmak üzere ikiye ayrılır. Granular asinilerin tip II (A, B ve C hücre tipi), tip III (ixodidlere özgü olup D, E ve F hücre tipi) ve tip IV (sadece erkek ixodidlerde) olmak üzere üç alt tipi vardır (78, 81, 93). Dişi kenelerde ana kanala bağlanmış 3 tip (I, II ve III), erkek kenelerde ise 4 tip asini (I, II, III ve IV) hücresi bulunmaktadır (3, 18, 19).



Şekil 1. Kenelerin biyolojik gelişme dönemleri



Şekil 2. A. *Ixodes ricinus;* B. *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *annulatus;* C. *Hyalomma marginatum* ağız organelleri (kapitulum)(orijinal)



Şekil 3. Ixodid kenelerde genel morfolojik yapı (Erişkin erkek ve dişi, dorsal ve ventral yüz)

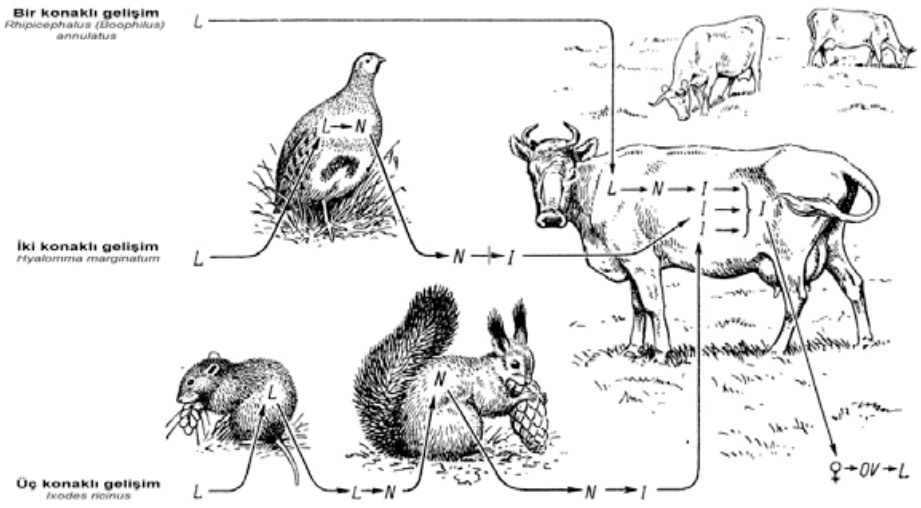


Şekil 4. Ixodid kene, A. erkek, dorsal; B. dişi, dorsal; C.erkek ventral; D. dişi ventral

1.2. Biyoloji

1.2.1. Ixodidae ailesinde gelişme

Ixodid keneler genellikle ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında aktif olup, kış aylarını toprak altında, hayvan barınaklarındaki çatlak ve yarıklar gibi bir korunağın altında inaktif olarak geçirirler. Ixodid keneler halk arasında sert kene, mera kenesi, yavsı, kuru budak, sakırga ve kerni gibi isimlerle de bilinirler. Bunlar diğer eklembacaklılar ile karşılaştırıldıklarında, 6 aydan 3 yıla kadar değişebilen oldukça uzun yaşam süresine sahiptirler. Ancak bu serenin çok az bir kısmını konak üzerinde, çoğunu (%95) serbest tabiatta konak arayarak, gömlek değiştirerek, yumurtlayarak veya kışlayarak geçirirler. Yaşam süreleri boyunca yumurta, larva, nimf ve erişkin olmak üzere 4 farklı safhada bulunurlar (Şekil 1). Larva, nimf ve erişkin dönemlerinde konaklarından bir kez doyana kadar kan emer ve gömlek değiştirerek bir sonraki gelişme safhasına geçerler. Bir sonraki gelişme safhasına geçiş, çevre şartlarına bağlı olarak haftalar, aylar hatta yıllar alabilir (6, 11, 31, 32).



Şekil 5. Ixodid kenelerde genel yaşam döngüsü. L: larva, N: nimf, I: imago (erişkin), OV: yumurta (Serdyukova, 1956).

Biyolojik döngü, konak üzerinde erkek kenenin dişiyle çiftleşmesi sonucunda başlar (Şekil 6). Doyduktan sonra konağı terk eden dişiler, bulundukları yerde (mera veya mesken) kendilerini emniyete alıp yumurtlamaya başlarlar. Yumurtalar çoğunlukla toprakta oluşan çatlak ve yarıklara, taş altlarına, ağaç

oyuklarına bırakılır. Yumurtlama işlemi, çevre şartlarına (özellikle ısı ve nem) bağlı olarak birkaç gün ile 2-3 haftalık bir sürede tamamlanır. Yumurtlama işlevini tamamlayan dişiler, yaşamlarını devam ettiremez ve kısa sürede ölürler. Yumurtalarda çevre koşullarına (sıcaklık ve rutubet) bağlı olarak birkaç hafta içinde larvalar gelişir ve yumurtayı parçalayarak dışarı çıkar. Bundan sonraki gelişme safhaları (larva, nimf, erişkin), türlere göre bir, iki veya üç konaktan kan emerek tamamlanır. Buna göre ixodid keneler bir, iki ve üç konaklı gelişim özelliği gösterirler (55, 82-84, 86).



Şekil 6. İxodid kenelerde çiftleşme (konak üzerinde) (orijinal)

A. Bir konakta gelişme

Konak hayvan üzerinde çiftleşip doyan dişi keneler konağı terk ederler ve yumurtlarlar. Yumurtlama bitişinde dişi ölür. Yumurtadan belli bir süre sonra larvalar çıkarak 3-5 gün içinde aktifleşerek konağına gelip kan emip doyduktan sonra gömlek değiştirerek aç nimf olurlar ve aç nimfler kan emip doyarak gömlek değiştirerek aç olgun (erkek ve dişiler) halinde kan emmeye devam eder. Bu sırada çiftleşme gerçekleşir ve erkekler bir süre sonra ölürler. Yumurtlama dönemi dışında tüm dönemler tek konakta tamamlanır (7, 11, 49, 62). *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* ve *Hyalomma scupense*'nin kış formları (eski *H. detritum scupense*) bu şekilde gelişirler (Şekil 5).

B. İki konakta gelişme

Konak üzerinde doyup toprağa düşen dişi keneler toprağa yumurtlarlar. Uygun şartlarda ortaya çıkan larvalar konak (genellikle orta büyüklükte bir memeli veya kanatlı) bulup kan emmeye başlar. Doyduktan sonra konak

üzerinde gömlek değiştirip nimf haline gelirler. Nimfler doyduktan sonra birinci konağı terk edip toprakta gömlek değiştirir. Aç erişkin erkek ve dişiler haline geldikten sonra bir hafta içinde ikinci konağa geçen keneler, kan emerken çiftleşir ve doyduktan sonra toprağa düşerek yumurtlayıp ölürler. Böylece gelişmelerini 2 konakta tamamlamış olurlar (7, 11, 49, 62). *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma scupense* (eski *H. detritum detritum)* ve *Rhipicephalus bursa* türleri iki konaklı özellik gösterirler. Yapılan çalışmaların doğada üç konaklı bazı *Hyalomma* türlerinin laboratuar şartlarında seçilen ara konağa bağlı olarak iki konaklı özelliğe geçebildiğini göstermiştir (Şekil 5).

C. Üç konakta gelişme

Bu gelişme şeklinde doymuş dişi toprağa düştükten sonra yumurtlar. Yumurtadan çıkan larvalar yeni konağa tutunup orada doyarlar. Toprağa düşerek gömlek değiştirip aç nimf olurlar. İkinci konağa çıkan nimfler doyarak toprağa düşer ve gömlek değiştirerek aç erkek ve dişiler olarak üçüncü konakta beslenip çiftleşir ve dişiler toprakta yumurtlarlar ve böylece gelişme dönemlerini üç konakta tamamlamış olurlar (7, 11, 49, 62). *Ixodes*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Ambylomma* türleri ile *Rhipicephalus sanguineus*, *R. turanicus* ve *Hyalomma excavatum* türleri üç konakta gelişmelerini tamamlarlar (Şekil 5).

1.2.2. Argasidae Ailesinde Gelişme

Argasidae ailesindeki keneler biyolojilerini tamamlayabilmek için konaklarından birçok kez kan emmek zorundadır. Argasid dişiler kanla doyduktan sonra çiftleşip 5-10 gün içinde 12-70 yumurta bırakırlar ancak ixodid keneler gibi ölmezler. Yumurtadan larvanın çıkışı ixodid kenelerde olduğu gibi türe ve dış ortama bağlıdır. Bazı argasid türleri larva dönemini bir konakta bazıları ise birden fazla konakta tamamlar. Doymuş larvalar gömlek değiştirerek aç nimf olurlar. Aç nimf defalarca kan emerek ve türlere göre 2-6 defa gömlek değiştirerek bu dönemi tamamlarlar. Olgun nimf olarak bilinen bu aşamanın son nimfi gömlek değiştirmeden erkek ve dişi kene olurlar. Erişkin keneler defalarca konakçılarından kan emerler. Bazı Argasidae türleri canlılıklarını onyıllarca devam ettirebilirler (7, 11, 49, 62).

1.3. Üreme

Kenelerde çoğalma, genel olarak eşeyli (erkek ve dişinin çiftleşmesi) üreme şeklindedir. Çiftleşme büyük çoğunlukla kan emme esnasında konak üzerinde gerçekleşir (Şekil 6). Ancak *Ixodes* soyundaki bazı türlerde konak dışında da çiftleşme gerçekleşebilir. Çiftleşme zamanı, türlere göre farklılık gösterebilir. Yaygın olarak kan emme periyodunun son çeyreğinde olmakla birlikte, bu periyodun ilk çeyreğinde çiftleşen türler (*Dermacentor variabilis*) de vardır. Erkek keneler tarafından dişinin yumurta kanalına bir kese içerisinde bırakılan

spermler, dişinin üreme kanalına dağılarak olgunlaşır ve gelişmesini tamamlamış yumurtalara penetre olurlar. Çiftleşen ve doyan dişiler yumurtlamak üzere konağı terk ederken, erkekler diğer dişi bireylerle çiftleşmek için konak üzerinde kalmaya bir süre daha devam ederler. Her dişi kene genel olarak bir erkekle çiftleşir, ancak bazı türler, birden fazla erkekle de çiftleşebilir. Vitellogenesis, dişi kenenin doyduktan sonra konağı terk edip, yere düşmesiyle başlar. Yumurtlama işlemini tamamlayan dişiler ölür. Yumurta miktarı, kenenin beslenme durumu ve türüne göre 200-15000 arasında olabilir. Yumurtadan çıkan 3 çift bacaklı larvaların 2-3 hafta içinde kitinizasyonu tamamladıkları ve aktif olarak konak aramaya başladıkları görülür (7, 45, 49, 62).

1.4. Kenelerde Beslenme ve Kan Emme

Ancak kenelerin vücut üzerinde kan emmek için seçtikleri bölgelerin nedeni ile ilgili bilgiler sınırlıdır. *Argas* larvaları dışında Argasidae ailesindeki keneler çok hızlı kan emmelerine karşın Ixodidae'ler yavaş beslenirler. Ixodidae ailesindeki keneler çiftleşmedikçe tamamen doyana kadar kan emmezler. Ixodid dişi bir kene tamamen doyduğunda aç ağırlığının 200 katına ulaşabilir (7, 11, 49, 57, 62, 90).

Keneler beslenmek amacıyla konak üzerine gelir ve kan emeceği uygun bir bölgeye (evcil hayvanlarda boyun altı, karın, anal ve perianal bölge, scrotum, meme, kulak kepçesi içi ve dışı, kuyruk altı ve sırt) yerleşir. Beslenme işlemi dokuz basamakta tamamlanır. Öncelikle kan emeceği uygun bir yer arar ve daha sonra kan emebilmek için ağız parçalarını konağın epidermisi ve dermisine sokar. Bu işlemi takiben konağa yapışma ve beslenme süreci başlar. Kene tükürük bezleri kenelerin en büyük bezleridir ve ixodid kenelerin beslenmesinde önemli bir rol üstlenmektedir (95). Konak üzerinde günlerce kalarak beslenmesini sürdürebilen kenelerin tükürük bezlerinde bu uzun beslenme periyodu boyunca protein sentezi yapılmakta ve bu proteinler tükürük salgısı ile konağa aktarıldıklarında da konağın immun ve hemostatik cevaplarını baskılamaktadır (25, 34, 40, 49, 87). Kene tükürük salgısında yer alan protein yapısındaki bu biyoaktif komponentler kenenin beslenmesini güvence altına almakla beraber, kenelerin taşıdığı ve tükürük bezlerinde yerleşen hastalık etkenlerinin konağa aktarılmasında da önemli roller üstlenmektedirler (26, 44). Bunun yanında kenelerin konak hemostazı ile baş edebilmek için antikoagulanlar, prostaglandinler (PG), antihistaminikler gibi biyoaktif bileşenleri de tükürük aracılığı ile konakta tutunma bölgelerine salgıladıkları bilinmektedir (19). Tükürük ile aktarılan prostaglandinler trombosit agregasyonunu minimalize ettiği gibi, kan damarlarını da genişletmekte ve konağın yangısal cevabını baskılamaktadır. Bu durum hemoraji alanında pıhtılaşmanın minimalize olmasına ve damarlardaki daralmanın baskılanmasına yol açarak konak hemostazını etkili bir şekilde antagonize etmektedir. PGE2 tükürük ile beslenme alanına salındığı gibi

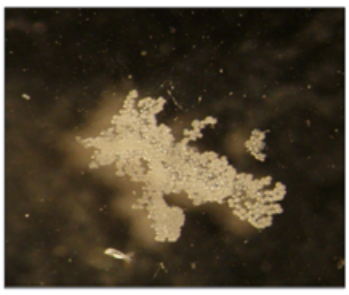
tükürük bezi hücrelerindeki diğer proteinlerin sekresyonunu da uyarmaktadır (74, 75). Konağa tutunan kene doyuncaya kadar kan emmeye devam eder. Emilen kan miktarı, vücut ağırlığının 200-600 katı olabilir. Kan emme süresi, kenenin gelişme safhası ve cinsiyetine göre farklıdır. Genel olarak larvaların doyması 3-5 gün sürer. Nimflerde bu süre 4-8, erişkinlerde ise 5 ile 20 gün arasında değişir. Erkek keneler, sadece üreme organlarının gelişmesi için kan emme ihtiyacı duyarlar ve dolayısı ile dişilere göre daha kısa süre ve az miktarda kan emerler (84). Bazı türlerin (*Ixodes* spp.) erkekleri, nimf döneminde sexüel olgunluğa ulaştığı için erişkin dönemde kan emme ihtiyacı duymazlar (51, 52). Beslenme işlemi tamamlandıktan sonra dişi kene ağız parçalarını konaktan çıkarır ve yumurtlamak için konaktan ayrılır. Konaklar çoğunlukla kenenin ilk kan emmesine direnç oluşturamaz ama pek çok konak tekrarlanan kene enfestasyonlarına karşı immun yanıt oluştururlar.

1.4.1. Tükürük Bezi Hücreleri

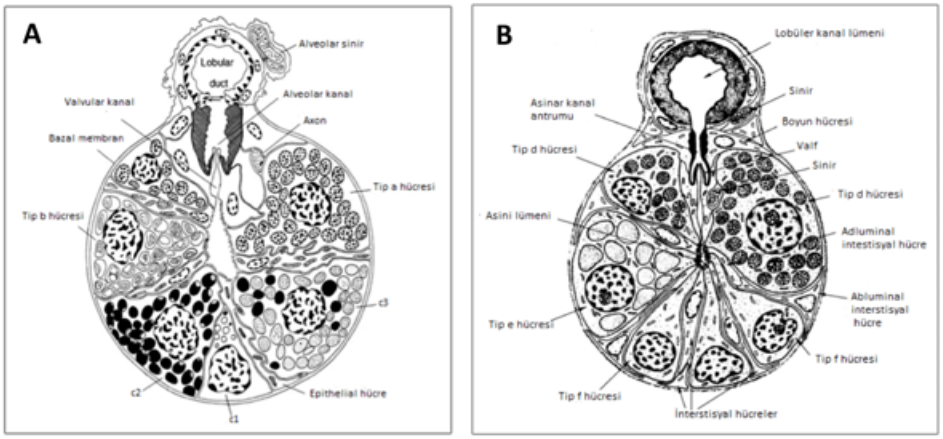
Ixodidae

A. Agranular alveol (Tip I asini): Hem ixodid hem de argasid kenelerde bulunan tip I asini, salgı granüllerinden yoksun olup, ixodid kenelerin tüm yaşam evrelerinde bulunur ve direk olarak ana tükürük kanalına bağlıdır (3, 74, 75). Tip I asini'de lipid inklüzyonlarının bulunması, su dengesini korumak amacıyla higroskopik tükürüğün üretimi için gerekli enerjinin üretilmesi ile de ilişkilidir (3). Bu lipid damlacıkları, konağa tutunmada 'sement' formasyonunun bir bileşenidir (16).

B. Granular Alveol (Tip II asini): Ixodidlerde tip II asini (Şekil 8A) 6 farklı granular hücre (a, b ve c1-c4) tipi içermektedir (19, 25). Aç dişi ve erkeklerde membrana bağlı büyük tip hücrelerde değişen boyut ve yoğunlukta granüller bulunmaktadır. Bu hücreler konağa bağlanmada salgılanan sement ile alakalıdır (17). Tip b hücresi konak immun yanıtı manüple eden bir glikoprotein salgı oluşturmak ya da tip a hücre gibi bağlanmada sement konisi oluşturmakla görevlidir (93). Ayrıca sement yapısının orijini alveol II ve alveol III'deki d ve e hücrelerinden almaktadır (73-75).



Şekil 7. Erkek *Hyalomma excavatum* tükürük bezinde asini hücrelerinin dağılımı (orijinal)



Şekil 8.A. Tip II asini hücresi; Tip III asini hücresi (3)

C. Granular Alveol (Tip III Asini): Tip III asini (Şekil 8B), tükürük bezlerinin distal bölgesinde dağılım gösterir ve tip II asini'ye yapısal olarak benzemesinin yanında üç tip (d, e ve f) granular hücre içerir. Asini II' deki tip a hücresi morfolojisi tip d'ye benzerlik gösterir. Bununla birlikte tip e hücresi konağa tutunma sırasında sement yapısı için katkıda bulunur (3, 29).

Tip f hücresi genellikle asini hücresinin bazalında yer alır ve bu hücreler beslenmemiş kenelerde agranular yapıdadır, ancak bunların granuleriteleri ve boyutları beslenmeyle birlikte dereceli olarak artış gösterir.

D. Granular Alveol (Tip IV Asini): Tip IV asini yalnızca erkek kenelerde görülmektedir. Tip IV asinide bir granular hücre tipi olan 'tip g' bulunmaktadır. Erkek keneler dişilerden farklı olarak konakta sürekli olmayan beslenme gösterirler. Beslenme periyodlarındaki bu değişim nedeniyle tükürük bezlerinde herhangi bir dejenerasyon emaresi yoktur ve beslenme süresince bezin fonksiyonu aynen kalmaktadır (93).

Argasidae

Argasid kenelerin tükürük bezleri ixodidlere göre daha az kompleks yapıdadır. A ve B veya I ve II olarak adlandırılan 2 tip alveolden oluşmaktadır. Tip I (A), ixodid kenelerdeki tip I asininin lokasyon ve yapısına benzer velipid içermeyen ancak bol glikojen içeren enerji hücreleri olarak bilinmektedir.

Tip II (B) ise granular a, b ve c hücre tipinden meydana gelmektedir. Dördüncü tip granular hücresi olan 'g' hücre tipi *Ornithodorus savignyi* tükürük bezinde belirlenmiştir (18). *Argas persicus*'daki tip I asinileri ixodidlere benzemekte ve tip II asinide a, b ve c olmak üzere 3 tip hücre içermektedir (73). Argasidlerde coxal organlar tükürük bezleri yerine sıvı salgılamasından sorumludur. Bu kenelerde

alveol morfolojisi ixodid kenelerin aksine myoepitelyal hücre ile sarılmıştır ve beslenme sırasında veya beslenmeden sonra daha az değişir (75, 76).

1.4.2. Kene Beslenmesi Sırasında Tükürük Bezindeki Değişimler

Kenenin beslenmek amacıyla konağına tutunması ve beslenmeye başlamasıyla tükürük bezinin morfolojik ve yapısal görünüşünde dikkat çekici fizyolojik değişikler olmaktadır (17). Larvalar ve nimflerdeki asini tipi ve hücresinin yapısal organizasyonu erişkinlerdekine benzemektedir ancak tip IV asini larval kenelerin tükürük bezinde bulunmamaktadır (75). .Beslenme sırasında erişkin ixodid kenelerin tükürük bezinde dikkat çekici büyüme ve farklılaşma gözlenir. Özellikle tip II ve tip III asiniler büyük bir değişim gösterir. Bu değişikliğe protein sentezindeki artış eşlik eder(17). Tip III asinideki 'f' hücre tipi ise sıvı transportu için kandaki su ve tuz konsantrasyonu düzenlemek için anahtar rol oynamaktadır. Tip IV asinideki 'g' hücreleri ise çiftleşme sırasında dişiye spermatofor transferi ile ilgili rol oynamaktadır (75).

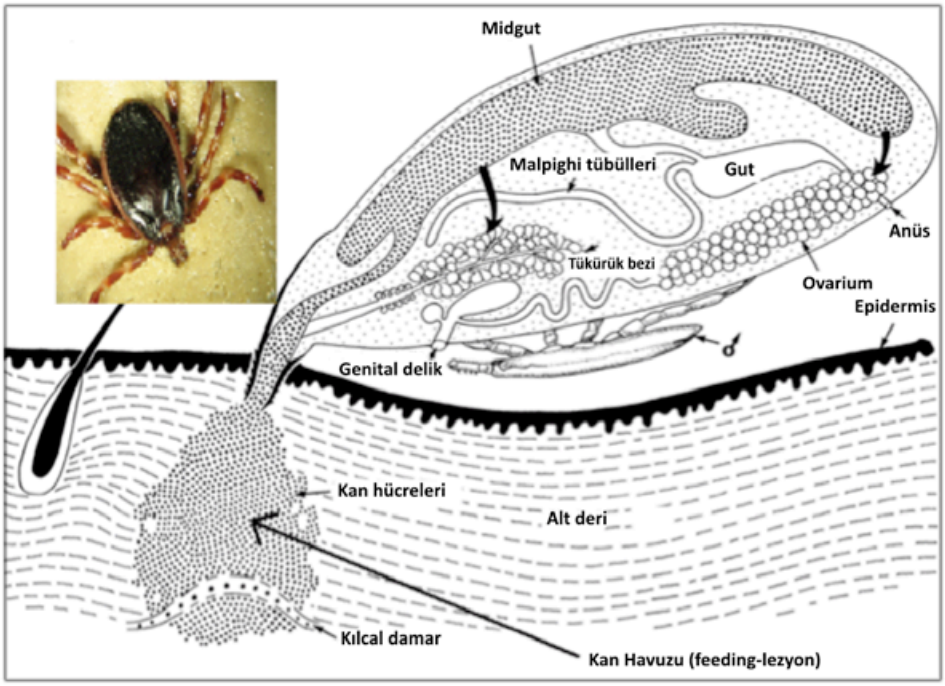
4.2.1.1. Tükürük Bezinde Sıvı Salgılanması

Kene tükrüğü, parazitik ve parazitik olmayan dönemlerinde çeşitli roller oynayan kompleks bir karışımdır. Konağa bağlanmada sement salgılayan, konak bağışıklık sistemini modüle eden su ve iyon salgılayabilen, atmosferik su emebilmeye yardımcı, konağa patojen taşıma ve ayrıca çiftleşme sırasında dişiye spermatofor taşıyabilme görevleri vardır (19, 71, 72). Konağa bağlanmadan sonra ixodidlerde (*Ixodes holocyclus* türü hariç) hipostom'u çevreleyen koni içerisine süt beyazı bir malzeme salgılar (3). Bu sement konisinin ilk çekirdeğidir. Bundan sonraki 48-72 saat boyunca semente ek salgılarla katmanlar ekler. Sement yapısının kimyasal bileşenleri iç tabakalarında önemli ölçüde lipid ve karbonhidrat, antijenik ve antijenik olmayan protein karışımlarından oluşur ve daha çok lipoprotein ve glikoproteinler şeklinde son bulur. Devam eden sement konisi yapısı, beslenen kenelerin tükürük bezlerini genişletir ve protein sentezini hızlandırır. Beslenme süresi tükürük sıvılarının bol salgılanmasına eşlik eder. Tükürük bezi aktivitesi konağa tutunmayla birlikte paralellik gösterir (74, 75). Bu sement proteinleri konaklar için patojenik bir etki yaratmadığı gibi kene aşılarının geliştirilmesi amacıyla kullanılmıştır (87).

Kenelerin beslenme (kan emme) işlevi, kan emen bazı sineklerdeki gibi olmayıp (artropodun konak üzerine gelir gelmez kan emmeye başlaması), belli bir süreci gerektirir. Konak üzerine gelen kene, kan emmek için uygun bölge bulana kadar bir süre gezinir. Öncelikle kan emeceği bölgeyi (evcil hayvanlarda boyun altı, karın, anal ve perianal bölge, scrotum, meme, kulak kepçesi içi ve dışı, kuyruk altı ve sırt) tükürük salgısı (enzimatik deri yıkımlanması) ile duyarsız hale getirdikten sonra şeliserleri ile deriyi keserek (mekanik deri yıkımlanması)

hipostomunu içeri sokar ve bir süre cement olarak adlandırılan yapışkan bir madde salgılar. Çimento harcı kıvamında ve yapısında olan bu salgı (cement), zamk işlevi yapmak suretiyle kenenin palplerini epidermis yüzeyine, hipostomu ise dermise yapıştırır. Hipostomun deriye sokulduğu bölgede, dermis içerisinde hem enzimatik, hem de fiziksel (chelicerlerin kesici ve parçalayıcı etkisiyle) doku parçalanmasına bağlı olarak bir çukurluk oluşur. Bu esnada bölgedeki kılcal damarlar parçalanır ve sızan kan bölgede birikerek bir havuz meydana gelir (feding-lesion) ve bu havuzdan kene kan emmeye başlar (Şekil 9) (3, 5, 61).

Kene önce tükürük salgısı verip kan almak suretiyle doyuncaya kadar bu işleme devam eder. Uzun süre kan emmeyi sağlayan, konak savunmasını bloke eden tükürük salgısındaki anti-imflammator ve immuno-modulator bileşiklerdir. Tükürük salgısında 6 ile 130 kDa büyüklüğünde 400'den fazla protein yapısında molekül bulunmaktadır (anticoagulan maddeler, anti-imflamatörler, immunsupresifler, vazodilatatörler, enzimler, enzim inhibitörleri, trombin inhibitörleri, Immunoglobulin-binding proteins vs.). Tükürük salgısındaki bu bileşikler, patojenlerin nakledilmesini de kolaylaştırırlar (61).



Şekil 9. İxodid kenelerde beslenme (kan emme)

1.5. Kene-konak ilişkisi

Zorunlu kan emici dış parazitler olan keneler, bütün yaşam dönemlerinde konaklarından kan emmek zorundadırlar. Konak yelpazeleri oldukça geniş olup, memeli, kanatlı, sürüngen ve amfibik hayvanlardan kan emebilirler. Gelişme safhalarının tamamını memeli hayvanlarda geçirebildikleri gibi, bu safhalardan birini veya ikisini kanatlıda, diğerini memelide de tamamlayabilir. Kene ile konak arasında uzun süren bir birliktelik söz konusudur ve bu süre içerisinde saprofitik yaşamdan parazitik yaşama (haematophagous) geçiş ve konağa adaptasyon gerçekleşebilmiştir. Bu adaptasyonda bazı türler, konak seçici olsa da, bir kısmı konak tercihinde seçici değildirler. Örneğin, bu seçiciliğin en iyi görüldüğü *Rhipicephalus* (*Boophilus*) türleri, sığırlardan başka bazen koyun ve antiloplarda da bulunabilirler. Konak seçiciliği, immature (larva, nimf) dönemlerde erişkin döneme göre daha azdır. Erişkin keneler genel olarak büyük memeli hayvanları tercih etme eğilimindedirler. Her bir kene türünde, hatta aynı türün farklı gelişme (larva, nimf ve erişkin) dönemlerinde tükürük salgısının antijenik ve kimyasal yapısı farklıdır ve konakla sıkı bir etkileşim halindedir. Tercih ettiği konağı bulamayan kene farklı bir konaktan da kan emebilir. Bu durum, kenenin daha az beslenmesine ve dolayısıyla üretilen yumurta miktarında azalmalara neden olabilir (4, 6, 16, 19, 20, 25, 30, 31).

Ixodid kenelerin konak bulma stratejileri, kenenin türüne ve gelişme safhasına göre değişir. Bazı türlerin (*Hyalomma* spp., *Amplyomma* spp.) erişkinleri genellikle kırsalda mera ve ormanlık alanlarda bulunurlar. *Hyalomma marginatum*'un da içinde yer aldığı aktif avcı özelliğine sahip bu grup, konak tarafından çevreye yayılan titreşim, karbondioksit, amonyak, vücut ısısı gibi uyarıcıları hissettiklerinde saklandıkları yerden (toprak içi, tezek altı, ağaç kabukları, ot balyaları vs.) çıkarak çok hızlı şekilde hareket ederek konağa yönelirler. Bu tip avcı keneler konaklarına ulaşabilmek için onları dakikalarca takip edebilirler.*Rhipicephalus* spp., *Haemaphysalis* spp., *Ixodes* spp. gibi bazı türlerin larva, nimf ve erişkinleri bitki ve otların en uç noktalarına tırmanıp ön ayaklarını serbest bırakarak çevreden geçen konağa tutunmaya çalışırlar. Bu grupta bulunan keneler, ön ayaklarının uç kısımlarında özelleşmiş organelleri sayesinde yaklaşan konağın yaydığı korbondioksidin uyarıcı etkisi ile konağa tutunmaya hazırlanırlar. Bazı türler (*Argasidae* türleri) bütün yaşamlarını konakların yuva ve inleri çevresinde geçirir ve burada konaklarına tutunurlar. Evcil yaşama adapte olmuş bazı türler de (*Rhipicephalus sanguineus*, *Hyalomma anatolicum*, *Hyalomma scupense*), insan ve hayvanların yan yana yaşadığı yapı ve barınaklarda bulunur ve çoğunlukla evcil hayvanlara tutunurlar (4, 6, 43, 48, 50).

1.6. Kene-patojen ilişkisi ve kenelerde vektörlük

Hastalık etkeni patojenler ile vektör keneler arasında uzun geçmişe dayanan bir ilişki ve birliktelik vardır. Bu birlikteliği sağlayan ana unsur, kenenin hastalık etkenine özgü bireysel vektörlük yeteneğidir (vector-competency). Bir kene, her hastalık etkenine vektörlük yapamaz. Her kenenin vektörü olduğu belli patojenler vardır. Bir kenenin herhangi bir patojen için vektör olduğunu söylemek için, kenenin larva ve/veya nimf döneminde kan emdiği enfekte bir konaktan söz konusu patojeni alabilmesi, gömlek değiştirme sürecinde muhafaza etmesi ve takip eden gelişme dönemlerinde bunu duyarlı başka konaklara verebilmesi gerekmektedir. Aynı şekilde, erişkin döneminde enfekte konaktan kan emen bir dişi kenenin patojeni yumurtalarına aktarabilmesi gerekir. Kenelerin tükürük salgısı, vektör aracılığı ile bulaşan patojenlerin gelişme ve hızlı bir şekilde çoğalmalarını sağlayan en uygun ortamlardan biridir. Bu salgı aynı zamanda konak direncini baskılayan ve nakledilen patojenin konakta barınabilmesini ve enfeksiyon oluşturabilmesini kolaylaştıran birçok faktörü de içermektedir (7-9, 11, 14, 51).

Ixodid keneler, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden birçok patojen için vektörlük yapmaktadırlar. Bunların içinde özellikle theileriosis ve babesiosis gibi hastalıklar hayvanlar için, Lyme borreliosis (LB), Tick-borne encephalitis (TBE), Kırım-Kongo Kanamalı ateşi (KKKA) gibi hastalıklar da insan sağlığı açısından çok önemelidirler. Bu tür hastalık etkenlerinin vektör keneler tarafından taşınması, transtadial (horizontal, safhadan safhaya) ve transovarial (vertikal, nesilden nesile) yolla olmaktadır. Larva ve/veya nimf döneminde hastalık taşıyıcısı konaklardan kan emen keneler, kanla birlikte bu etkenleri de alır ve bir sonraki gelişme döneminde kan emdiği başka bir duyarlı konağa naklederler (transtadial nakil). Aynı şekilde, erişkin dönemde enfekte konaktan kan emen dişiler, kan emip doyduktan sonra yere düşer ve yumurtladıktan sonra ölürler. Alınan hastalık etkenleri kenenin ovariumları vasıtası ile yumurtalara ve bu yumurtadan çıkan yeni nesil larvalara aktarılır (transovarial nakil). Bunların dışında, bazen kan emdikleri konakta herhangi bir hastalık etkeni olmasa bile, enfekte keneler kendileri ile eşzamanlı aynı konakta beslenen (co-feeding) ve enfekte olmayan diğer kenelere hastalık etkenlerinin bulaşmasına vesile olabilirler (non-viremik nakil). Yine bazı kene türlerinin erkek ve dişileri, çiftleşme sırasında birbirlerini enfekte edebilirler (venereal nakil). Böylece insan ve hayvanlarda hastalığa neden olan çok sayıda patojenin, vektör keneler aracılığı ile doğal odaklardaki devamlılığı sağlanmış olur. Hastalık etkenlerinin keneden konağa intikalinde temel yol, kenenin kan emmesi esnasında tükürük salgısı ile birlikte patojenlerin de inokule edilmesidir. Ancak özellikle kan emmiş kenelerin çıplak elle sıkılması veya

ezilmesi gibi durumlarda deride olabilecek portantrelerden kimi patojenlerin bulaşması gerçekleşebilir (4, 7-9, 11, 62, 63, 72, 81-84).

Kene felcinin dünya üzerinde Ixodidae ailesindeki 10 soyda 43 kene tarafından oluşturulduğu tespit edilmiştir. Dişi kenelerin tükürük bezlerindeki nörotoksinlerle oluşan kene felcinde toksinin yapısı ve gücü kene türlerine göre değişir. Spinal kord'ta ve nöromuskuler etki yapan toksin, asfeksi sonucu konağın ölümüne neden olabilir. Kene tutunmasını takiben (5-7 gün) kas ağrıları, bacaklarda güçsüzlük ve halsizlik oluşturabilir. Nadiren yüz ve dil paralizleri görülebilir. Kenenin tutunduğu bölgede şişlik hiperemi ve deride kalınlaşma ve ağrı mevcuttur. Kene bıraktıktan sonra bile bir süre bu durum devam eder (49, 57, 88, 90).

Keneler riketsial enfeksiyonlardan *Erhlichia (Cowdria) ruminantium*, *E. bovis*, *Anaplasma phagocytophilum*, *A. marginale ve A. centrale'yi sığırlara taşırlar*. Protozoonlardan *Theileria verifera (Haematoxenus veliferus) T. taurotragi (Cytauxzoon taurotragi), T. orientalis complex (T. mutans, T. buffeli, T. sergenti), T. annulata, T. parva parva, T. parva lawrencei, Babesia bovis, B. major, B. divergens, B. bigemina, Trypanasoma theileri, T. vivax, T. congolense, T. brucei evansi* ile *T. brucei brucei*'yi naklederler (49, 57, 88, 90).

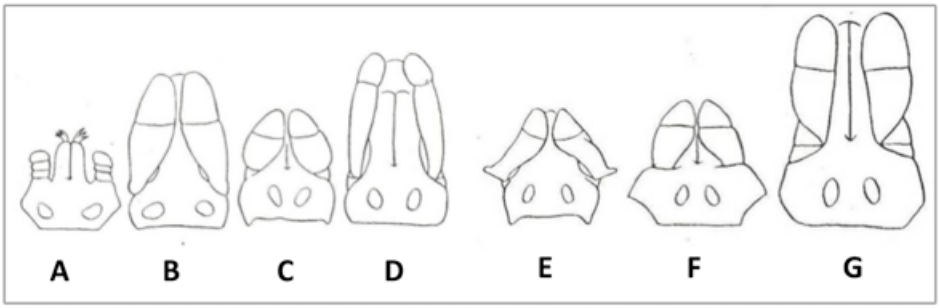
Keneler birçok bakteriyel hastalığı da nakletmektedir ki, bunlardan bazıları; *Borrelia burgdorferi*, *B. persica*, *Borrelia theileri*, *Pasteurella pestis*, *P. tularensis*, *Brucella melitensis*, *Salmonella enteritis*, *Listeria monocitogenes* ve *Clostiridium septicum*'dur (49, 57, 88, 90).

Kenelerle taşınan çok sayıda viral etken bulunmaktadır. Bunyaviridae, Flaviviridae ve Reoviridae ailesinde bulunan virusların bazıları ile Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA), Tick Borne Ensefalit (TBE), Powassan Ensefalit, Omsk Hemorajik Ateşi (OHF), Kyasanur Orman Hastalığı (KFD), Langat Virus (LGTV) ve Kolarado Kene Ateşi (CTF) gibi etkenler olup bunlardan bazıları (KKKA) sığırlarda hiçbir klinik belirti göstermez iken, hayvanlarda kısa viremi döneminde rezervuar konaklık tespit edilmiştir (49, 57, 88, 90).

1.7. Ülkemizde Bulunan Türler ve Dağılımları

1.7.1. Ixodidae

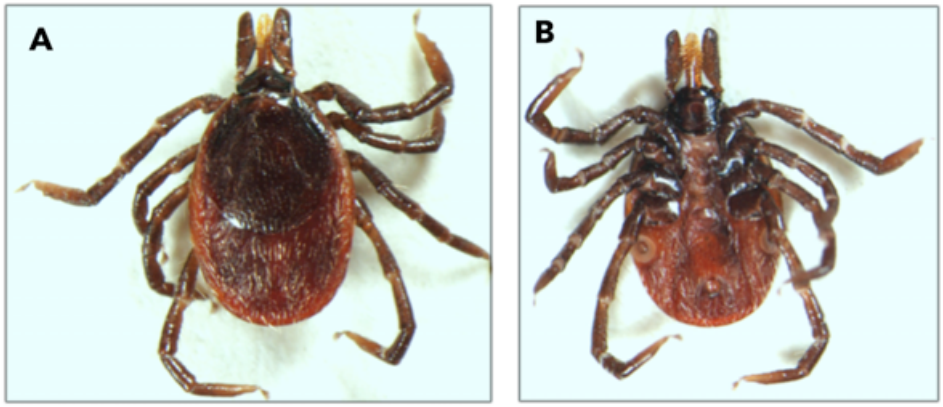
Ixodidae ailesi içinde, gerek veteriner hekimlik ve gerekse beşeri hekimlik açısından önemli görülen kene türleri: *Ixodes*,, *Hyalomma, Rhipicephalus, Haemaphysalis*, *Dermacentor* ve *Amblyomma* soyları içerisinde incelenmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. A.*Rhipicephalus (Boophilus);* B.*Ixodes;* C.*Dermacentor;* D.*Amblyomma;* E.*Haemaphysalis;* F.*Rhipicephalus;* G.*Hyalomma*

7.1.1.1. *Ixodes* (Şekil 11-12)

Bu soya bağlı, *Ixodes ricinus, I. hexagonus, I. gibbosus* gibi çok sayıda tür bulunmaktadır. Bunlardan *I. ricinus*, gerek yaygınlığı ve gerekse taşıdığı hastalık etkenleri açısından Türkiyeiçin önemlidir. *Ixodes* soyuna bağlı türler, Türkiye'de Karadeniz, Ege ve Akdeniz bölgeleri gibi nemli ve ılıman iklim özelliklerinin hüküm sürdüğü ormanlık alanlarda bulunur. Üç konak tercihli bir yaşam özelliğine sahip olup, immature (larva ve nimf) dönemlerinde küçük memeli (kemirici) hayvanlar, kuşlar ve kertenkele gibi sürüngenlerden, erişkin safhada, sığır, koyun, keçi, at, köpek, kedi ve geyik gibi büyük evcil ve yabani memeliler ile insandan kan emerler. *Ixodes* soyunda bulunan türler, *Babesia divergens, B. microti, Anaplasma phagocytophilum, A. ovis, Coxiella burnettii, Borrelia* spp., Tick-Born Encephalitis (TBE) virüsü gibi birçok patojene vektörlük yaparlar (7, 11, 49, 88, 90).



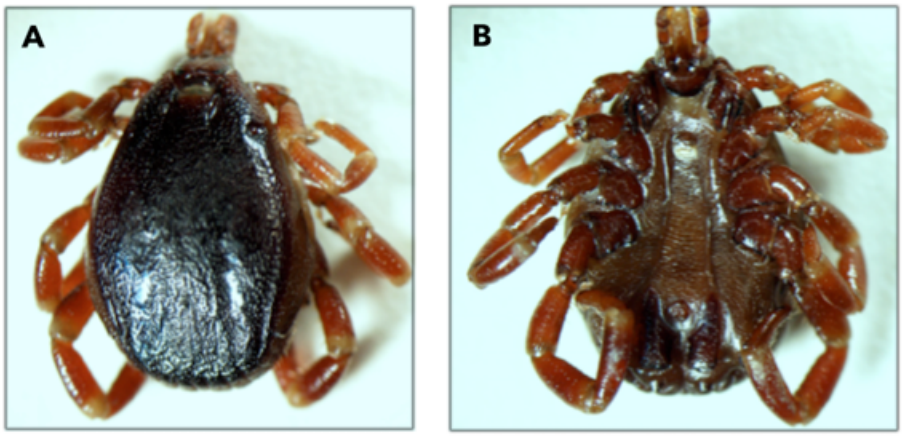
Şekil 11.*I. ricinus;* A. dişi dorsal; B.dişi ventral (orijinal)



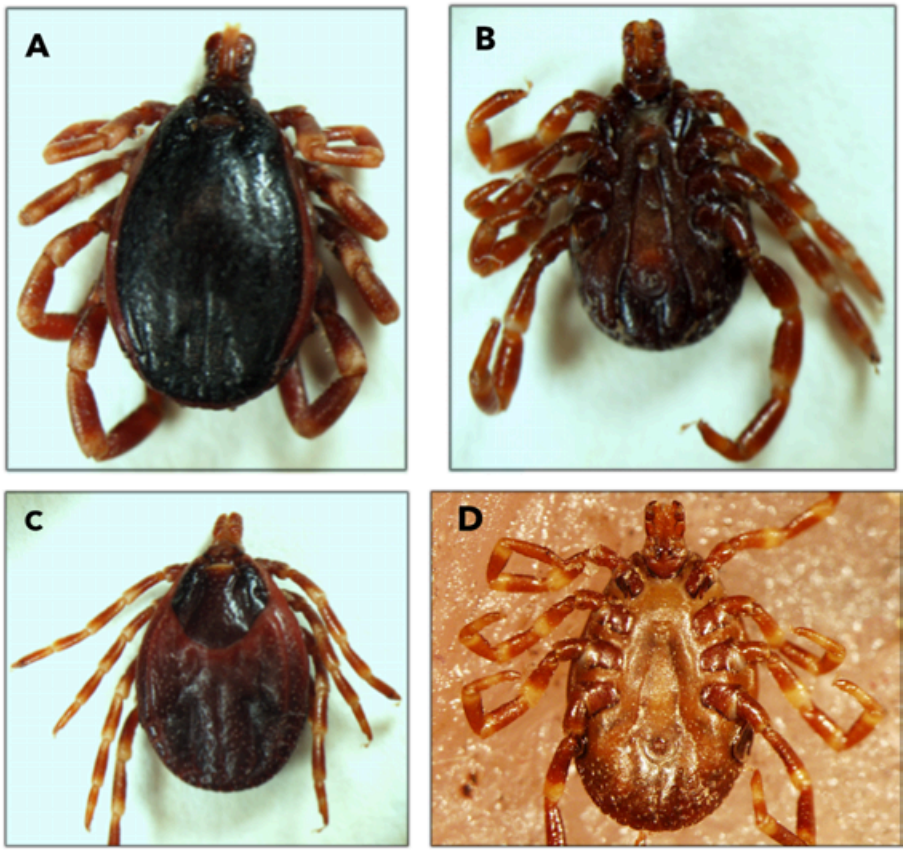
Şekil 12. *I. hexagonus;* A. dişi dorsal; B.erkek dorsal (orijinal)

1.7.1.2. *Hyalomma* (Şekil 13-16)

Hyaloma soyu içerisinde çok sayıda tür bulunmaktadır. Bunlardan ülkemizde görülen en yaygın türler, *H. anatolicum*, *H. scupense*, *H. excavatum*, *H. aegyptium* ve *H. marginatum*'dur. *Hyalomma* türü keneler gelişmelerini iki (*H. marginatum*, *H. anatolicum*) veya üç (*H. excavatum*, *H. aegyptium*) konakta tamamlar. İmmature dönemleri, tavşan, rodent, gerbil, kirpi gibi küçük memeli hayvanlar ile yerden beslenen kuşlarda, erişkin dönemleri ise sığır, koyun, keçi, at, domuz gibi büyük evcil ve yabani memeliler ile insanda bulunur. *H. anatolicum* ve *H. scupense*'nin bütün gelişme dönemleri sığırlarda görülebilir, dolayısıyla hayvan barınaklarının çevresinde sıklıkla rastlanır. Buna karşın *H. marginatum'un* larva ve nimfeleri yerden beslenen kuşlar ve küçük yaban memelilerinde beslenirken, erişkinleri genellikle sığırlarda beslenmektedir. Bundan dolayı bu türün konak arayan bireylerine daha çok kırsal alanlarda rastlanmaktadır. Kışı, doymuş nimf veya aç erişkin olarak özellikle sığırların barındığı ahırlarda geçirirler. *Hyalomma* türü keneler özellikle sığırlarda koltuk altı, scrotum, meme ve perineum gibi bölgelere tutunurlar. Kurak ve yarı kurak iklim özelliği gösteren bölgelerde yaygın olarak bulunurlar. Türlerin coğrafik dağılımı iklim ve bitki örtüsüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin, ülkemizin Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgeleri gibi kurak iklime sahip yerlerde *H. anatolicum*, yağışlı ılıman iklimden karasal iklime geçiş gösteren bölgelerde (Tokat, Yozgat, Çorum gibi Karadeniz bölgesinin iç kesimlerinde) *H. marginatum*'un baskın tür olduğu görülmektedir. *H. anatolicum*, *Theileria annulata*, *T. hicri*, *Babesia equi* gibi evcil hayvanlarda ölümle sonuçlanabilen enfeksiyon etkenlerine vektörlük etmeleri bakımından veteriner hekimlikte, *H. marginatum* ise Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi virüsüne vektörlük etmesi yönünle insan sağlığı açısından önemli kene türleri olarak değerlendirilmektedir (7, 11, 49, 88, 90).



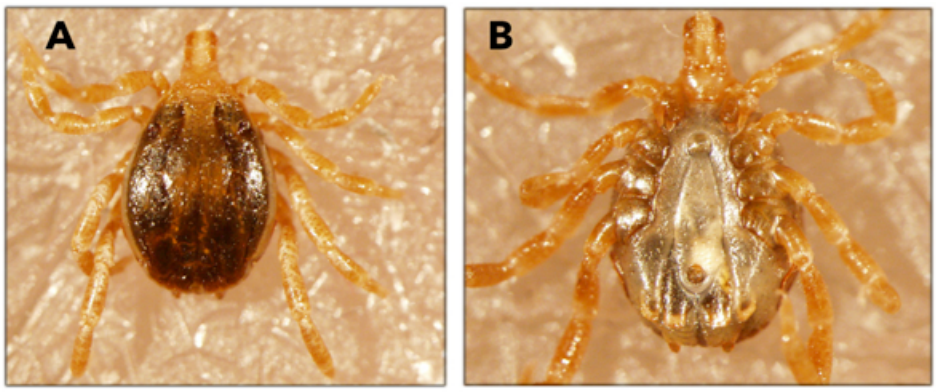
Şekil 13. *H. rufipes;* A. erkek dorsal; B.erkek ventral (orijinal)



Şekil 14. *H. marginatum;* A. erkek, dorsal; B. erkek ventral; C. dişi dorsal; D. dişi, ventral (orijinal)



Şekil 15. *H. scupense;* A. erkek, dorsal; B. erkek ventral (orijinal)



Şekil 16. *H. Excavatum;* A.erkek, dorsal; B. erkek ventral (orijinal)

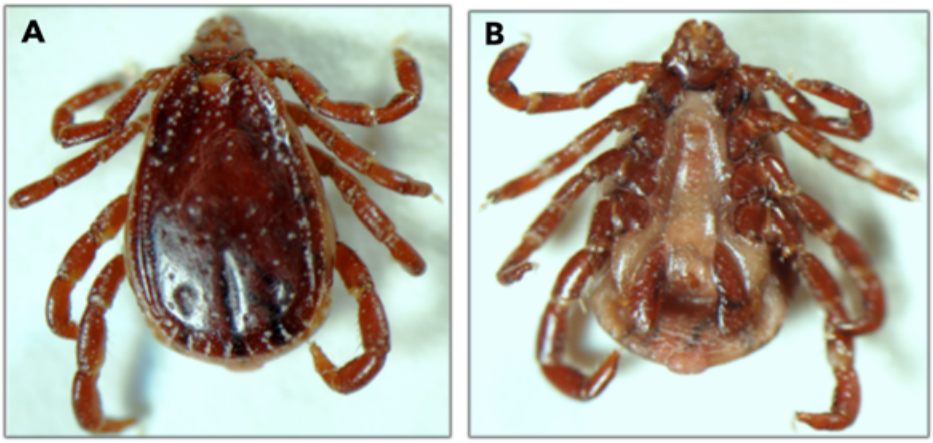
1.7.1.3. *Rhipicephalus* (Şekil 17-20)

Bu soyda, Türkiye'de de yaygın olarak görülen *R. bursa*, *R. turanicus* ve *R. sanguineus* gibi kene türleri bulunmaktadır. *Rhipicephalus* türü keneler, gelişmelerini iki (*R. bursa*) veya üç (*R. turanicus*, *R. sanguineus*) konaktan kan emerek tamamlar. *R. bursa* hem immature hem de erişkin dönemde çoğunlukla koyun, keçi, sığır, at gibi konakları tercih eder. Bu türün immature dönemlerinin aynı zamanda rodent ve tavşanları da tercih ettiği görülür. *R. turanicus*, immature dönemde kirpi, fare, rodent ve gerbil gibi küçük memeli hayvanları, erişkin dönemde ise sığır, koyun, keçi, at ve deve gibi evcil hayvanları tercih eder. *R. sanguineus*'un hem immature hem de erişkin

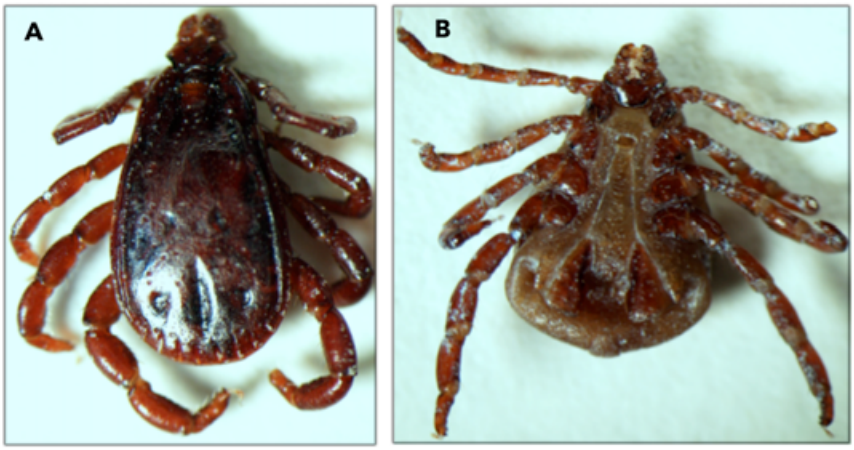
dönemde ilk tercihi köpekler olmakla birlikte, sığır, keçi, at ve kedi gibi evcil hayvanlarda da bulunurlar.

Rhipicephalus türü keneler konaklarında çoğunlukla, kulak içi, kulak kepçesi, böğür, kuyruk, kasık, scrotum ve meme gibi vücut bölgelerine tutunurlar. Ülkemizin hemen her iklim bölgesinde bu türlere rastlamak mümkündür. *R. bursa*; *B. ovis*, *B. bigemina*, *B. bovis*, *B. caballi* ve *T. ovis*'e; *R. turanicus; Rickettsia conorii*, *R. sanguineus; B. canis*, *B. gibsoni*, *Ehrlichia canis*, *Rickettsia rickettsi* ve *Hepatozoon canis* gibi patojenlere vektörlük yaparlar (7, 11, 49, 88, 90).

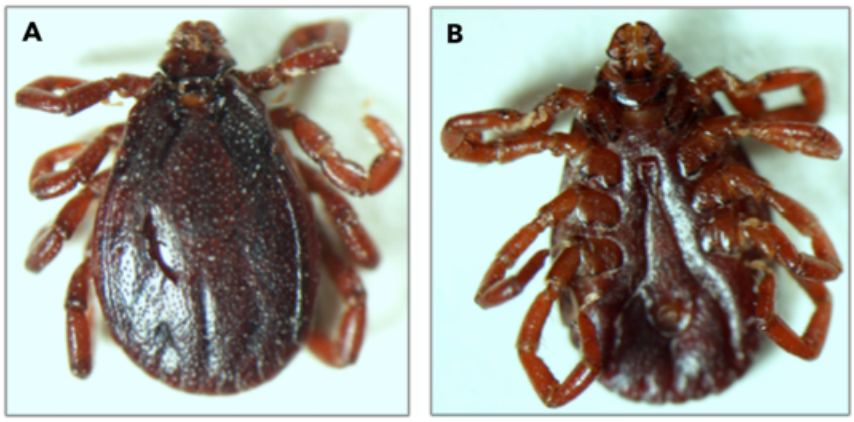
Bunun yanında eskiden *Boophilus* soyunda incelenen ve akabinde *Rhipicephalus* soyuna dahil edilen türleri de göz önüne aldığımızda; *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, ülkemizde yaygın olarak bulunan türdür. Bu tür bütün gelişim evrelerini tek bir konak üzerinde kan emerek geçirir. Sığırlar başta olmak üzere, koyun, keçi gibi evcil ruminantlar ile yabani çift tırnaklılardan kan emerler. Konaklarında çoğunlukla, ayak, karın altı, omuz ve boyun bölgelerine tutunurlar. *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* yaz aylarında aktif olmakla birlikte, kış aylarında özellikle ısı ve nemin yüksek olduğu kapalı ahır ortamlarında da bu türden kaynaklanan enfestasyonlara rastlanır. *Babesia bigemina*, *B. bovis* ve *Anaplasma marginale* gibi kimi patojenlere vektörlük yaparlar. *Rhipicephalus (Boophilus)* enfestasyonları ülkemizin hemen her bölgesinde görülmektedir (7, 11, 49, 52, 88, 90).



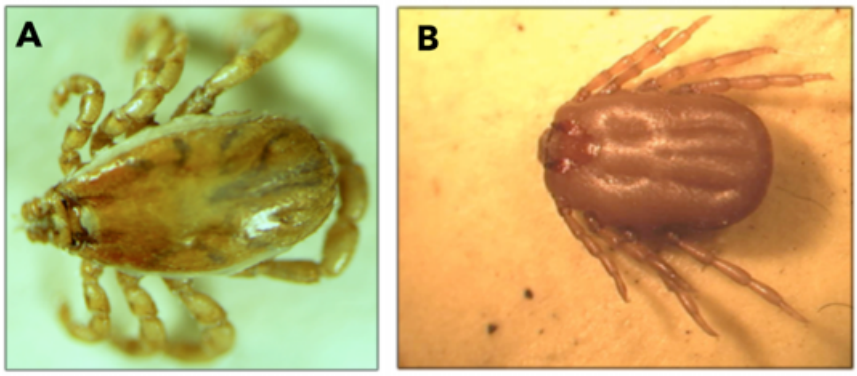
Şekil 17. *R. turanicus;* A.Erkek, dorsal; B.Erkek ventral (orijinal)



Şekil 18. *R. sanguineus;* A.erkek dorsal; B. erkek ventral (orijinal)



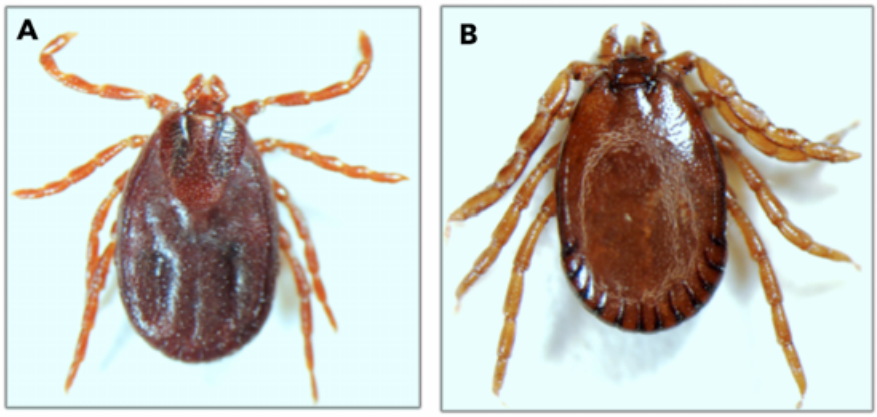
Şekil 19. *R. .bursa;* A. erkek dorsal; B. erkek ventral (orijinal)



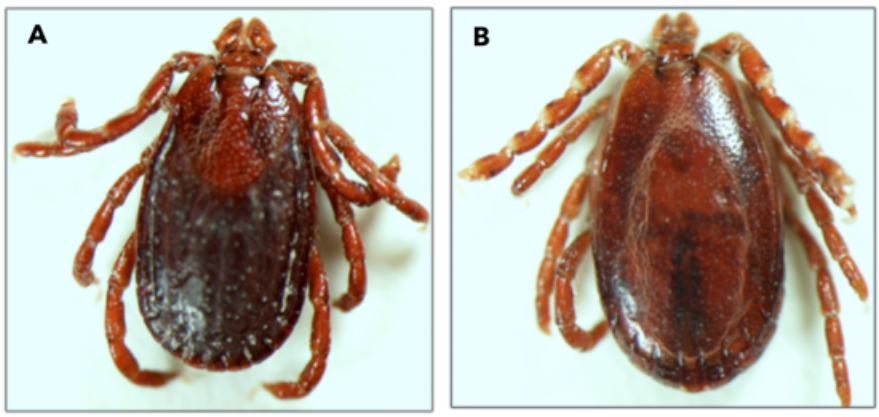
Şekil 20.*Rhipicephalus* (*Boophilus) annulatus;* A.erkek, dorsal; B. dişi dorsal (orijinal)

1.7.1.4. *Haemaphysalis* (Şekil 21-22)

Bu soy içerisinde *Haemaphysalis parva*, *Hae. punctata*, *Hae. sulcata*, *Hae. inermis* gibi türler bulunmaktadır. Gelişmelerini üç konaktan kan emerek tamamlar. İmmature safhaları yabani kanatlılar, kemiriciler ve kertenkele gibi bazı sürüngenlerde, erişkinleri ise tavşan, kirpi, sincap ve bazı kanatlılar ile sığır, koyun, keçi, at gibi büyük memeli hayvanlarda bulunur. *Haemaphysalis* türü keneler, Akdeniz iklim özelliği taşıyan bölgelerden step hatta çöl iklimi özelliği gösteren bölgelere kadar geniş habitatta bulunabilirler. Ülkemizin nemli ve ılıman iklim özelliği gösteren bölgelerinde daha yoğun olmak üzere, hemen her iklim bölgesinde evcil hayvanlarda yaygın olarak bulunurlar. Bu soyda bulunan hemen bütün türler sonbahar ve kış aylarında da aktiftirler. *B. bigemina*, *B. motasi*, *Anaplasma marginale*, *Anaplasma centrale* ve *Theileria buffeli/orientalis* gibi patojenlere vektörlük yaparlar (7, 11, 49, 88, 90).



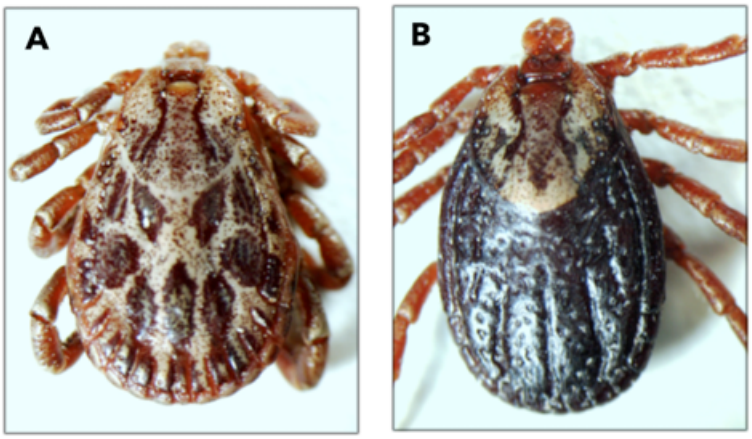
Şekil 21. *Hae. parva;* A.dişi dorsal; B.erkek dorsal (orijinal)



Şekil 22. *Hae. punctata;* A.dişi dorsal; B.erkek dorsal (orijinal)

1.7.1.5. *Dermacentor* (Şekil 23)

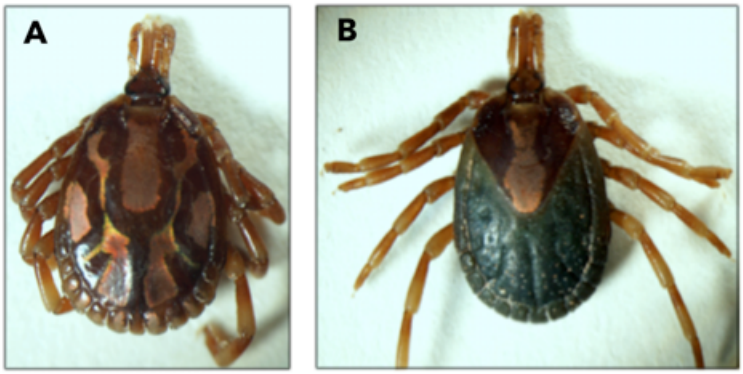
Bu soyda bulunan keneler, dorsal yüzlerindeki süslemelerden dolayı nakışlı keneler olarak da bilinirler. Bu soya bağlı türler üç konaklı keneler olup, larva ve nimfleri küçük kemirici memeliler ile kuşlarda, erişkinleri ise yabani domuz ve karnivorlar başta olmak üzere köpek, sığır, koyun, keçi ve at gibi evcil havyalardan kan emerler. *Dermacentor marginatus* ve *D. reticulatus* türleri önemlidir. Her iki tür de Türkiye'de mevcut olup, *Babesia caballi*, *B. equi* ve *B. canis'*e vektörlük yapmaktadırlar (7, 11, 49, 88, 90).



Şekil 23. *D. marginatus;*A.erkek, dorsal; B.dişi dorsal (orijinal)

1.7.1.6. *Amblyomma* (Şekil 24)

Bu soyda, *A. americanum*, *A. hebraeum* ve *A. maculatum* gibi türler bulunmaktadır. Scutunmları nakışlı olup, gelişmelerini üç konakta tamamlayan bu türler, ülkemizde bulunmamaktadır (7, 11, 49, 88, 90).



Şekil 24. *Amblyomma* spp. A.erkek dorsal; B.dişi, dorsal (orijinal)

1.7.2. *Argasidae* (Şekil 25-27) (7, 11, 49, 62, 88, 90)

Mesken keneleri, kış kenesi, yumuşak kene veya ahır kenesi olarak halk arasında isimlendirilir. Türkiye'de step soğuk alanlarda daha yoğun bulunur (7, 11, 62). *Argas* soyundaki keneler keneler özellikle köy tipi kümeslerde ve güvercinliklerde sıklıkla rastlanmakta olup, insanlardan da kan emebilmektedirler. *Ornithodoros lahorensis* özellikle ilkel tipte taş ağıllarda barındırılan koyun sürülerinde sorun oluşturmaktadır. Erişkinleri doğada serbest olarak bulunan *Otobius megnini* türünün, larva ve nimfleri özellikle sığırların kulak yollarında beslenerek biyolojilerini tamamlarlar. Türkiye'de son yıllarda artan bilinç sayesinde özellikle sığır ahırlarına bitişik meskenlerde yaşayan insanlarda çok sayında *O. megnini* infestasyonu ortaya konmuştur.



Şekil 25. *Argas* persicus (Camicas)



Şekil 26. *Argas (Ornithodoros) lahorensis*



Şekil 27. *Otobius megnini*(Camicas)

1.8. Kene tutulmalarında klinik belirtiler

Genelde kene tutunmalarında klinik belirtilerden çok kenenin kendisini görmek en önemli bulgudur. Ancak kene tutunma bölgesinde lokal deri reaksiyonları, ülserasyon, nadiren perforasyon görülmesine karşın özellikle *Ixodes* soyuna bağlı veya yoğun diğer kene soyları ile enfestasyonlarda tipik anemi tablosu görülür. Kene tutunma alanlarından sekonder bakteriyel enfeksiyonlara sebep olabilir. Enfestasyonlarda dermatitis, pruritis ve allopesi tablosuna da rastlanmaktadır. Türkiye'de *Ixodes ricinus*'tan kaynaklanan hayvanlarda kene felci olguları tespit edilmiştir. Kene tutunmasına bağlı 24-48 saaat sonra tutunma alanında şiddetli ağrı saptanmıştır (56).

Rhipicephalus annulatus enfestasyonlarında irritasyona bağlı kaşıntı yangısel reaksiyonlar ve hayvanın sürekli olarak o bölgeleri yalama eğiliminde olduğu görülür. Ülkemizde de sığırlarda saptanan *Haemaphysalis punctata* enfestasyonlarında kene felci olgularına rastlanmıştır. *Hyalomma* enfestasyonlarında erişkin kene toksikozuna bağlı olarak mukoz membranlardaki yaygın bir hiperemi ve tutunma bölgesinde ıslak ekzama

görünümü saptanmıştır. *Hyalomma marginatum* ve *Hyalomma truncatum* ile yoğun enfeste sığırlarda kene felci vakaları bildirilmektedir (49, 57).

1.9. Kenelerin tanınması

Argasidae ve Ixodidae ailesindeki doymuş dişi keneler ve büyük soylar (*Hyalomma, Dermacentor, Amblyomma*) dışında kalanları gözle görmek zor olabilir. Bu nedenle bir ışık yardımı ile direk sığırın kılları arasında aranmalıdır. Soğuk ışık kaynaklı stereo mikroskop altında erişkin keneler tür düzeyinde larva ve nimfler ise soy düzeyinde kene teşhis anahtarları ile ayrımları yapılır. Kenelerin larva ve nimf dönemlerinden direk tür teşhisi yapılmak isteniyorsa uygun konaklarından kan emmesi sağlanıp inkube (22-26 °C, %70-80 nispi nem) edilerek ve gömlek değiştirip erişkin hale getirilmesi suretiyle kene teşhis anahtarlarına göre yapılır (7, 11, 30, 45, 49, 62, 94).

Son yıllarda kene tür teşhisinde morfolojik kriterlerde alt tür tespitlerinde, kötü saklanmış kenelerin identifikasyonunda veya görülemeyen morfolojik özelliklerin problemi önceden sivrisinek teşhisinde kullanılan PCR -RFLP (ITS-2) tekniğinin Argasidae ve Ixodidae kenelerinin moleküler karakterizasyunun da etkili olduğu görülmüş *Boophilus annulatus Rhipicephalus, Ornitodoros lahorensis Argas* soyuna dahil olmuştur. PCR_RFLP yöntemi ile kene larva ve nimflerin tür ayrımında ilerleme sağlanmıştır. Kenelerin DNA sekanslarının görüntülenmesi sadece identifikasyonda değil iki, üç konaklı kenelere karşı aşı çalışmalarının (Koruyucu antijen İdentifikasyonu RNA interferansla) yolunu açmıştır(48, 35-37, 41, 49).

1.10. Konaklarda İmmünite

Bazı sığır ırklarının (Zebu ve melezleri) kenelere karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca daha önce kene enfestasyonuna maruz kalan sığırlarda ikincil enfestasyonlarda kenelere karşı bir direnç ve antikor oluşmuştur. Aynı şekilde konakta bulunan daimi dipteralardan dolayı kros reaksiyonlar saptanmıştır. Kenelerde immunitede rol alan antijenik yapılar vardır. Kenenin konak seçiciliği, tutunması, antikuagülan salgılaması veya hızlı kan emmesi, toksikasyon görülmesi, hücresel-humoral yanıt, vektörlük gibi unsurlar, kenelerin türlere göre değişen bu antiijenik yapılarına bağlıdır (35, 49, 50).

2. KORUNMA ve KONTROL YÖNTEMLERİ

Günümüze kadar kenelerle mücadele konusunda eradikasyon da dahil çeşitli stratejiler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Özellikle eradikasyon konusunda küçük çaplı birkaç sınırlı alan hariç tam bir başarı sağlanamamıştır. Uygulanan bu mücadele yöntemleri hali hazırda kene eradikasyonunun mümkün olmadığını göstermiştir. Bu noktada izlenmesi gereken temel strateji, hayvan ve insan sağlığına zarar vermeden, artan kene sayısının kabul edilebilir sınırlara indirilmesi yönündedir.

Kenelerle mücadelede öne çıkan birkç temel strateji vardır. Günümüzde bunlarınn tek başlarına kullanılması yerine, hedef kene türlerinin ekolojileri göz önünde tutularak, birkaçının kombine edilerek kullanılması (entegre kene mücadelesi) en etkili yol olarak kabul edilmektedir.

2.1. Keneler ile Mücadele Stratejileri

2.1.1. Konak hayvanların farklı kimysallar ile ilaçlanması

İnsanoğlu hayvanları evcilleştirdiği ilk yıllardan beri onları infeste eden kenelerle mücadele yolları aramıştır. Modern yapıda akarisidlerin keşfinden önce katran, çeşitli bitki ekstraktları ve yağlar çiftçilerin tek silahı olmuştur. Yirminci yüzyılın başlarında, özellikle arsenik bileşikleri kenelere karşı kullanılmaya başlanmış, bunların yerini daha sonra organoklorlu, organofosforlu bileşikler almıştır. Son derece zararlı ve kalıcı etkilerinden dolayı son 20-30 yıl içinde bu gibi bileşiklerin hayvan sağlığında kullanılması yasaklanmıştır.

Günümüzde kene mücadelesinde birk kısım organofosfatlar, karbamatlar, piretrin ve piretroidler, makrolitik laktonlar, formamidinler ve fenilpirazoller kullanılmaktadır (38, 77). Akarisidler; enjeksiyon, sprey, banyo, pour-on, spot-on ya da yavaş salınımlı kulak küpesi, kuyruk veya boyun kolyesi şeklinde kullanılabilir. Bu ilaçlar kene enfestasyonlarının türü, mevsimsel dinamiği ile konaklarının verim yönleri dikkate alınarak kullanılır. Makrosiklik laktonların tek konaklı kenelere karşı etkili olduğu bilinse de, bunların et ve sütten arıma süresinin çok uzun olması ve sık kullanılmasının diğer parazitlerin direnç kazanabileceği riskine karşı, kene mücadelesinde kullanılmaması tercih edilmelidir. Çiftlik hayvanlarında rezidüel etkisi düşük akarisitlerin kullanılması tercih edilmelidir. Pour-on (dökme) veya spot-on (damlatma) tarzında hazırlanmış sentetik pyretroid preparatları (özellikle flumethrin) bu yönden oldukça faydalıdır.

Kene mücadelesi genellikle yetiştiricilerin kendi isteğine bağlı olarak yapılmaktadır. Ancak, bazen insan sağlığını tehdit eden kene kaynaklı salgınların çıkması durumunda, ilgili kenenin populasyonunu baskılamak amacıyla hedef konaklarda büyük çaplı akarisid uygulamalarına gidilebilir. Bu

durumda akarisid uygulamalarının meraya çıkan tüm hayvanları kapsayacak şekilde, tüm bölgelerde eşzamanlı ve periyodik olarak yapılması çok önemlidir. Uygulamaların hayvanların meraya çıkması ile birlikte 20-30 gün ara ile en az dört defa tekrarlanması gelecek yıldaki kene sayısını azaltacaktır. Son yıllarda Türkiye'de Kırım Kongo kanamalı ateşi hastalığının görüldüğü bölgelerde *H.marginatum'a* karşı devlet destekli bu tip kampanyalar denenmiştir. (42, 43, 49, 57).

Pek çok ixodid kene türü kan emmek için doğada, küçük kemirgenleri (Kirpi, tavşan, fare), kuşları ve yabani büyük memelileri kullanmaktadır. Bu bağlamda, bu hayvanların farklı akarisit/insektisitlerle ilaçlanması ile ilişkili olarak ABD'de *Ixodes scapularis*'in konağı durumundaki geyiklerin ilaçlanması konusunda başarı elde edilmiştir. Bu amaçla özel olarak hazırlanmış ve ilaçlı süngerler iliştirilmiş yemlikler doğaya bırakılmakta ve geyiklerin yem yemesi sırasında bu süngerlere temas ederek ilaçlanması sağlanmaktadır. Benzer uygulama aynı kenenin larvaları için konak durumunda olan fareler için de uygulanmaktadır. Bu amaçla içinde akarisidli pamuk bulunan yem kutuları hazırlanmakta veya doğrudan akarisidli pamuklar doğaya bırakılmaktadır. Ancak fareler konusundaki çalışmalarda fazla başarı sağlanamamıştır (80).

Pet hayvanlarda kene mücadelesi çiftlik ve yaban hayvanlarına kıyasla daha kolaydır. Pet kullanımına yönelik ortaya sürülen piretroid emdirilmiş tasmalar veya spot-on fipronil formulasyonları hem mücadele hem de kontrolde oldukça etkilidir. Diğer taraftan özellikle köpeklerin kalabalık olarak tutulduğu barınaklarda ek çevre mücadelesi de yapılabilir.

2.1.2. Çevre Mücadelesi

2.1.2. 1. Çevre İlaçlaması

Kenelerin diğer eklembacaklılar ile karşılaştırıldıklarında nispeten uzun olan yaşam sürelerinin büyük bir kısmını (%95) serbest tabiatta (toprakta, yarık ve çatlaklarda, orman taban örtüsü altında) konak arayarak, gömlek değiştirerek, yumurtlayarak veya kışlayarak geçirirler (53). Çevre ilaçlamalarıda bu dönemlerle mücadele amacına yönelik olarak düşünülmektedir. Bununla birlikte geniş çaplı bir çevre mücadelesi; maddi olarak büyük bir külfet getirmesi, ekolojik dengeleri bozabilecek olması ve kullanılan ilaçların halk sağlığını da ciddi anlamda tehdit edebilecek olması nedeniyle sakıncalı bir durum arz etmektedir (62).

2.1.2.2. Kenelerin yaşam alanlarının düzenlenmesi

Meraların sürülmesinin veya anızların yakılması buralarda bulunan keneleri azaltacağı konusunda görüşler olsa da, bunların ektili olabileceği konusu günümüzde tartışmalıdır. Kaldı ki, bu tip uygulamaları tarım ve hayvancılık ekonomisini da olumsuz etkilemektedir.

Bunun yanında Argasidae ailesindeki keneler ile *H. anatolicum, H. scupense ve R. sanguineus* gibi meskenlere yerleşen türlerle mücadelede hayvan barınaklarının kontrol altına alınması önemlidir. Barınaktaki çatlak ve yarıkların sıvanması veya kapatılması, kenelerin buraya girerek yumurtlamasını veya gömlek değiştirmesini zorlaştıracaktır. (7, 11, , 49, 57, 62).

2.1.2.3. Kene kapanları

Doğada konak arama durumundaki kenelerin yakalanıp, yok edilmesini sağlayacak kene kapanları (Şekil 28) ile ilgili çalışmalar vardır. Bu kapanlarda, keneleri cezbeden AATP (Attraction-Aggregation-Attachment Pheromones) olarak isimlendirilen allomon, kairomon ve synoromon'lar gibi bazı sex ve beslenme feromonları kullanılmaktadır. Bunun yanında 2, 6-dichlorophenol, Alfa nitrofenol , Metilsalisilat, CO_2 , Amonyak, Nanoik asit, 2- metil propionik asit, Ortho-nitrophenol, Laktik asit ve Xanthine-Guainin, (1/25), karışımı ile de çalışmalar yapılmış, bunlardan bazıları ile *I. ricinus, Hyalomma, Rhipicephalus, Argas, Dermacentor* ve *Amblyomma* türlerine karşı %60-70 başarı elde edilmiştir (10, 59). Bu tip çalışmalar da henüz laboratuvar aşamasında olup, henüz geniş çaplı uygulama alanı bulamamıştır.



Şekil 28. Kene Kapanı

2.1.3. Biyolojik mücadele

Biyolojik mücadele fikri, kenelerin doğal düşmanlarının kullanılarak ortadan kaldırılmaları veya azaltılmaları temeline dayanmaktadır. Bunun en önemli koşullarından biri hedef türe karşı spesifik predatörün kullanılmasıdır. Günümüzde ekosistemi bozmadan kenelere karşı kullanılabilecek spesifik bir

predatör yoktur. Kanatlı hayvanların (tavuk, keklik vs.) keneleri yiyerek tüketmesi mümkündür, ancak hiç bir zaman kene populasyonunu azaltabilecek düzeyde değildir. Tam tersine yapılan çalışmalar keklik gibi yerden beslenen kuşların kene populasyonunu arttırıcı bir rol üstlenebileceğini göstermektedir. Keneler üzerinde parazitlenen veya bunlarla doğrudan beslenen predatörlerin (örümcek, yaban arısı, karınca, çekirge gibi) etkinlikleri bilinmemektedir. Bunların predatörlüklerinin, tek başlarına kene populasyonu üzerinde etkilerinin olmayacağı yönündedir.

Bazı küf ve mantarların keneleri enfekte ederek öldürdüğü bilinmektedir. *Bauveria bassina, Metarhizium anisoplidae* türü mantarların kenelerin gelişiminin durdurduğu veya öldürdüğü tespit edilmiştir. Bunlar günümüzde en umut verici biyolojik mücadele yöntemi olarak kabul edilse de, henüz laboratuvar aşamasındadır (59, 60).

2.2. Kene Aşıları

Tragger'in (1939) ilk kez bildirdiği üzere, konaklar, tekrarlayan kene enfestasyonlarına karşı bağışıklık kazanmaktadırlar ve aşı çalışmaları bu prensibe dayandırılmıştır, dolayısı ile kene mücadelesinde aşılama fikri 75 yıl öncesine dayanmaktadır (66).

Aşı çalışmalarında açık ve gizli antijenlerden yararlanılmaktadır. Açık antijenlerde bağışık duruma getirilen hayvanlarda immunite genelde tutunma alanına verilen tükürük salgısı, sement ve ağız organellerine karşı mücadele etmekte, gizli antijen ile aşılanan hayvanlarda ise korunma kenenin kan emmesi sırasında aldığı antikor, immun sistem hücreleri ve komponentlerin kene dokularındaki antijenik yapılara hücum etmesi şeklinde görev yapar. Ancak gizli antijen aşılarında kene konaktadır ve bu nedenle taşıdığı hastalık etkenini taşıma fırsatı bulunur. Ayrıca gizli antijenle sağlanan bağışıklık tekrarlanan kene enfestasyonlarında yetersiz kaldığı için etkili bir koruma sağlamak için rapelleri yapılmaktadır (35-37, 49, 50).

Yapılan çalışmalarda gizli ve açık antijen kullanılarak *R. annulatus, A. persicus, H. dromedarii, H.marginatum, R. sanguineus ve H. longicornis*'e sadece gizli antijen kullanılarak *R. appendiculatus*'a sadece açık antijen kullanılarak bazı *Argasidae*'lere karşı etkili olmuştur. Ticari olarak *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*'un bağırsak epitel hücrelerinden elde edilen Bm86 antijenleri ile GAVAC (*P.pastoris*) ve TickGARD (*E. coli*) rekombinant aşıları hazırlanmış *R. microplus*'a karşı önemli başarı sağlanmıştır (35-37, 50).

Bm86'ya benzerlik gösteren *R.microplus*'tan izole edilmiş antijenlerle yapılan aşılar *R.annulatus, R. (Boophilus) decolaratus, H. anatolicum* ve *H. dromedarii*'e karşı etkili olmuş *R.annulatus*'ta, *R. microplus*'tan daha fazla koruma sağlamıştır (35, 50, 96, 97).

Son yıllarda *R. appendiculatus*'un sement proteinlerinde seçilen 64 TRPs antijenine yönelik güçlü bir rekombinant aşı *R.sanguineus, I. ricinus, D. variabilis, A. americanum, A. varigeatum*, ve *R. microplus*'a karşı etki göstermiştir. Aynı şekilde *I. scapularis*'in bağırsak antijenlerinden hazırlanan 4D8 kökenli rekombinant (*E. coli*) geniş bir tür populasyonuna karşı tekli ve kombine kullanımından olumlu sonuç alınmıştır (50, 89).

2.3. Kene İnfestasyonlarından Korunma

2.3.1. Hayvanlarda korunma

Hayvanların kene enfestasyonlarından korunması spesifik önlemler yoktur. Bunun yanında mücadele amacıyla kullanılan preparatlar (çiftlik hayvanlarında flumethrin, deltamethrin vs., pet hayvanlarda permethrin, fipronil vb.) aynı zamanda 20 günü aşan koruyucu etkiye de sahiptir.

2.3.2. İnsanlarda korunma

Dünya'nın her yerinde kenelerle bulaşan hastalıklardan korunmanın temelinde insan-kene temasını kesmek yatmaktadır. Bunun en etkili yoluda kişisel korunmadır. Bu da, kenelerin ekolojik özelliklerinin iyi bilinmesini gerektirmektedir. Örneğin, insanların gereksiz yere paniğe kapılmasına yol açan bazı yanlış düşüncelerin ve bilgilerin aksine, keneler uçmaz, sıçramaz, havadan düşmez veya tutundukları bir konağı bırakıp başka bir konak (insan) üzerine gitmezler. İnsanların kene infestasyonlarından ve olası infeksiyonlardan korunmasında en etkili yöntem doğada bulunan ve konak arayan erişkin aç kenelerin insanları bulup tutunmasını engelleyecek önlemleri içermektedir. Bunun için:

i). Vektör kenelerin bulunabileceği alanlardan uzak durmak veya dikkatli olmak,

ii). Riskli alanlarda bulunulan zamanlarda, kenelerin elbiselerin altına girebileceği muhtemel açıklıkları kapatmak çok önemlidir. Örneğin, uzun kollu kapalı elbiseler giymek ve pantalon paçalarını çorapların içine sokmak, basit görünse de, hayli etkili bir önlemdir. Elbiselerin açık renkte olması, gelen kenelerin kolayca görülmesini sağlar.

iii). Riskli bölgelerde bulunan kişilerin akşamları soyunarak tam vücut kontrolü yapmaları ve varsa tutunmuş keneleri hemen çıkartmaları olası patojen naklinin engellenmesi açısından çok önemlidir.

iv). DEET gibi repellentlerin bir çok kene türüne karşı etkisi yok denecek kadar azdır. Dış katman giysilerin %0.5 permethrin'in ile muamele edilerek kullanılması sivrisineklere karşı oldukça etkili olup Dünya'da oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tip uygulamalar *I. ricinus* gibi kenelere karşı

etkili olsa da, *Hyalomma* gibi agresif ve büyük kenelere karşı etkileri tartışmalıdır. Diğer taraftan Avrupa Birliği yönetmelikleri gereği günümüzde insanlarda permethrin'in bu amaçla kullanılması kabul edilmemektedir.

2.3.3. İnsanlara tutunan kenelerin çıkarılması

Kenenin tutunması durumunda önemli olan kenenin kimin tarafından değil, ne zaman çıkarıldığıdır. Kenenin bir an önce çıkarılması her hangi bir hastalık etkeninin vücuda girmesini engellemek açısından çok önemlidir.

Her ne kadar ince pens veya benzeri ticari araçlar kullanılabilse de, kenelerin el ile tutulup çıkarılması da geçerli bir yöntemdir. Önemli olan parmaklarla kene arasına bir bariyer koymaktır. Bu bir eldiven olabileceği gibi, peçete, ağaç yaprağı veya naylon parçası da olabilir. Kene vücuda tutunduğu en yakın yerden ince bir pens veya baş ve işaret parmakları ile sıkıca tutularak sabit ve yavaş bir kuvvetle çekilmelidir. Daha sonra, deri sabunlu su veya herhangi bir antiseptik ile iyice temizlenmelidir. Kene çıkarılmasında zorlanıldığı veya çekinildiği durumlarda bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Kenenin 'kafası' diye tanımlanan şey aslında deri içine soktuğu ağız organelleridir. Bunlar kitin yapısındadır ve salgı bezi içermez. Dolayısıyla deri içinde kalmaları virusu bulaştırma riskleri minimumdur. Bu bir ağaç kıymığının batması gibi değerlendirilmeli ve daha sonra gerekli antiseptik özen gösterilerek çıkartılmalıdır.

Kenelerde, kısa mekanik müdahale sonucu kusma diye tanımlanabilecek bir refleksten bahsedilemez. Keneyi yukarıda tarif edilen şekilde çıkarmak çok kısa süreli bir işlemdir ve kenenin kusup hastalık etkenlerini vermesi söz konusu değildir. Kenelerde kusma diye tanımlanabilecek yüksek miktarda ani tükrük salınımı ancak çeşitli kimyasal veya fiziksel uyarılar sonucu oluşur. Bu nedenle kenelerin üzerine sigara basmak veya kolonya, gaz yağı, alkol, eter ve hatta sıvı sabun dökmek gibi yöntemler kesinlikle uygulanmamalıdır.

3. EK 1: Ixodidae ailesindeki soyların morfolojik ayırımı

A. Erişkinler

1. Gözler yok.....**2.**

- Gözler mevcut. Birinci çift bacaklarda trochanter'de diken yok. Birinci coxa'nın dış dikeni iyi gelişmiş .....**3.**

2. Anal oluk belirgin ve anüsü önden kuşatır. Palpler ve hypostom uzun. ..... ***Ixodes***.

- Anal oluk anüsü arkadan kuşatır, ancak belirgin değildir. Palpler ve hypostom kısa. Birinci çift bacakların trochanter'leri geriye dönük üçgen şeklinde dikene sahip. Birinci coxa'lardaki dış diken kısa veya yok. II. palp eklemlerinin taban kısmı genellikle basis capituli'yi yanlardan aşacak şekilde geniştir ..... ***Haemaphysalis***.

3. Scutum'da emaye benzeri beyaz nakışlar yok. Erkeklerde adanal plaklar var .....**4.**

- Scutum üzerinde emaye benzeri beyaz nakışlar var. Basis capituli dorsalden dikdörtgen görünümünde. Erkeklerde adanal plaklar yok.

- Capitulum kısa, eni ve boyu neredeyse birbirine eşit. Coxa IV oldukça geniş. .....***Dermacentor***.

- Capitulum uzun, Boyu eninin iki katından fazla .....***Amblyomma***

4. Basis capituli'nin dorsal görünümü altıgen şeklinde. Capitulum kısa, eni boyuna neredeyse eşit. Gözler düz. .....***Rhipicephalus***

- Basis capituli'nin dorsal görünümü dikdörtgen şeklinde. Capitulum'un boyu eninin en az iki katı, II. ve III. palpal eklemler uzun. Gözler belirgin ve küresel. .....***Hyalomma***

B. NİMFLER

1. Gözler yok.....**2**.

- Gözler mevcut, trochanter I'de diken yok .....**3.**

2. Anal oluk anüsü önden kuşatır. ..... ***Ixodes***

- Anal oluk anüsü önden kuşatmaz. Trochanter I'de, ventral ve dorsalden iyi seçilebilen, geriye dönük üçgen benzeri diken var .... ***Haemaphysalis.***

3. Gözler belirgin, küresel. Capitulum'un boyu eninden fazla. ...***Hyalomma.***

- Gözler düz. Capitulum'un boyu enine eşit. .....**4.**

4. Basis capituli dorsalden üçgen görünümünde. II. palp eklemi III. palp ekleminden uzun. Hipostomda 3/3 diş sırası var. .... ***Dermacentor.***

- Basis capituli dorsalden altıgen görünümünde. III. palp eklemi neredeyse II. palp eklemi ile eşit boyda. Hypostom'da 2/2 diş sırası var. ....***Rhipicephalus.***

C. LARVALAR

1. Anal oluk anüsü önden kuşatır. Gözler yok, feston yok. İki çift post-hypostomal seta ..... ***Ixodes.***

- Anal oluk yok. Sayısı değişken olsa da, feston her zaman var (*R. annulatus* hariç).....**2.**

2. Gözler yok. Feston sayısı 11. Her iki yanda iki çift marginal-dorsal seta .... ***Haemaphysalis.***

- Gözler mevcut. Feston sayısı 7-9 (*R. annulatus'da* yok). Her iki yand 3, 4 veya 5 çift marginal-dorsal seata. .....**3.**

3. Feston sayısı 7 .....***Hyalomma***.

– Feston sayısı 9 veya feston yok .....**4.**

4. Basis capituli dorsalden altigen görünümünde. Hipostomda 3/3 diş sırası. Birinci palp eklemi basis capituli ile kaynaşmış. Her iki yanda 4 veya 5 çift marginal-dorsal seta.....***Rhipicephalus***.

- Basis capituli dorsalden üçgen görünümlü. Hipostomda 2/2 diş sırası. Birinci palp eklemi basis capituli ile kaynaşmamış. Her iki yanda 3 çift marginal dorsal seta .....***Dermacentor***.

4. KAYNAKLAR

1. Aktas M, Dumanlı N, Angın M. Cattle Infestation by Hyalomma Ticks and Prevalence of Theileria in Hyalomma species in the East of Turkey. Veterinary Parasitology, 2004.119: sayfa 1–8
2. Aktas M, Altay K, Dumanlı N. A Moleculer Survey of Bovine Theileria Parasites Among Apparently Healty Cattle and With a Note on the Distribution of Ticks in Eastern Turkey. Veterinary Parasitology, 2006. 138: sayfa 179 – 185
3. Alarcon-Chaidez FJ. Salivary Glands Structure, Physiology and Molecular Biology. Sonenshine DE, Roe RM, editors. Biology of Ticks. New York: Oxford University Press; 2014. p. 163-205.
4. Anastos G. The Ticks or Ixodides of The USSR. A Review of the Literature Health, Education and Welfare Public Health Service National Instution of Health. 1957. No: 548, sayfa 1 – 397+VI
5. Anyomi FM, Bior AD, Essenberg RC, Sauer JR. Gene expression in male tick salivary glands is affected by feeding in the presence of females. Arch Insect Biochem Physiol, 2006; 63: 159–168.
6. Arthur DR. British Ticks. Butterworth, Co. (Publishers) Ltd, 1963.sayfa 1 – 211+VII
7. Aydın L. Güney Marmara Bölgesi ruminantlarında görülen kene türleri ve yayılışları. U.Ü.Sağlık bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi 1994; 154 s
8. Aydın L. Güney Marmara Bölgesi ruminantlarında görülen kene türleri ve yayılışları. T Parazitol Derg,2000.24:(1),194-200.
9. Aydın L, Bakırcı S. Geographical Distribution of Ticks in Turkey. Parasitology Research, 2007.101(2): sayfa 163 – 166
10. Aydın L. Kene Mücadelesine Yönelik Tuzak Tasarımı ve Prototip İmalatı Tubitak AR-GE projesi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kampüsü, İzmir Teknoloji Geliştirme Bölgesi Teknopark İNOVEGE Araştırma Geliştirme Proje Danışmanlık Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. 2009.
11. Bakırcı S. Batı Anadolu Bölgesi Sığırlarında Görülen Kene Türleri ve Yaygınlığı. Bursa: Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2009.
12. Bakırcı S, Sarali H, Aydın L, Latıf A, Eren H, KaragençT. Hyalomma rufipes (Koch, 1844) infesting cattle in the West Aegean region of Turkey. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 2011; 35(5): 359-363.
13. Bakırcı S, Sarali H, Aydın L, Eren H, Karagenç T. Distribution and seasonal activity of tick species on cattle in the West Aegean region of Turkey. Exp. Appl. Acarol. 2012; 56:165–178
14. Bakırcı S, Aysul N, Eren H, Ünlü AH, Karagenç T. Diversity of ticks biting humans in Aydın province of Turkey. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 2014; 61: 93-98.
15. Barker SC, Murrell A. Systematics and Evolution of Ticks with a List of Valid Genus and Species Names. Parasitology, 2004; 129: 15–36.
16. Barker DM, Ownby CL, Krolak JM, Claypool PL, Sauer JR. The effects of attachment, feeding, and mating on the morphology of the type I alveolus of salivary glands of the Lone Star tick, Amblyomma americanum (L.). J Parasitol, 1984;70: 99–113.
17. Binnington KC. Sequential changes in salivary gland structure during attachment and feding of the cattle tick, Boophilus microplus. Int J Parasitol, 1978; 8: 97–115.

18. Bowman AS, Dillwith JW, Sauer JR. Tick salivary prostaglandins: Presence, origin and significance. Parasitology Today, 1996; 12(10): 388-396

19. Bowman AS, Sauer JR. Tick salivary glands: function, physiology and future. Parasitol, 2004; 129: Suppl: S67–S81.

20. Bowman AS, Nuttal P, Ticks, Biology, Diseases and Control, Combridge University Pres, UK 2008.

21. Castellá J, Estrada Pena A, Almerıa S, Ferrer D, Gutıérrez J, Ortuno A.A Survey of Ticks (Acari: Ixodidae) on Dairy Cattle on the Island of Menorca in Spain. Experimental and Applied Acarology, 2001; 25: s 899 – 908.

22. Çetin H, Çilek JE, Aydın L, Yanıkoğlu A. Acaricidal of the essential oil of Origanum minutiflorum (Lamiaceae) against Rhipicephalus turanicus (Acari:Ixodidae) Veterinary Parasitology 2009; 160(3-4): 359-361.

23. Çetin H., Çilek JE., Öz E., Aydın L., Deveci Ö., Yanıkoğlu A. Comparative efficacy of spinosad with conventional acaricides against hard and soft tick populations from Antalya, Turkey. Veterinary Parasitology, 2009; 163: 101–104 .

24. Çetin H, Çilek JE, Öz E, Aydın L, Deveci Ö,Yanıkoğlu A. Acaricidal activity of Satureja thymbra L. essential oil and its major components, carvacrol and terpinene against adult Hyalomma marginatum (Acari: Ixodidae). Veterinary Parasitology, 2010; 170: 287-290.

25. Coons LB, Roshdy MA. Fine structure of the salivary glands of unfed male Dermacentor variabilis (Say) (Ixodoidea: Ixodidae). J Parasitol, 1973; 59: 900–912.

26. Cotté V, Sabatier L, Schnell G, Carmi-Leroy A, Rousselle JC, Arséne-Ploetze F, Malandrin L, Sertour N, Namane A, Ferquel E, Choumet V. Differential expression of Ixodes ricinus salivary gland proteins in the presence of the Borrelia burgdorferi sensu lato complex. Journal of proteomics, 2014; 96: 29-43.

27. de La Fuente J, Kocan KM.Strategies for development of vaccines for control of ixodid tick species, Parasite Immunol, 2006, 28, 275-283.

28. de La Fuente J, Kocan KM, Blouin EF. Tick vaccines and the transmission of tick-borne pathogens, Vet Res Commun, 2007.31(Suppl. 1), 85-90.

29. Durden LA, Beati L. Modern Tick Systematics. Sonenshine DE, Roe RM, editors. Biology of Ticks. New York: Oxford University Press; 2014. p. 17-58.

30. Estrada-Pena A, Bouattour, A. McAmicas, JL, Walker, AR. Tıcks of Domestic Animals in the Mediterranean Region: a Guide to Identification of Species. Published by University of Zaragoza, Spain, 2004.sayfa 1 – 131+VI

31. Estrada-Pena A, Venzal JM, Climate Niches of Tick Species in the Mediterranean Region: Modeling of Occurrence Data, Distributional Constraints, and Impact of Climate Change J. Med. Entomol. 2007.44(6): 1130,1138.

32. Farkas R, Estrada-Pena A, Jaenson TGT, Pascucci I, Madder M. Basic Biology and Geographical Distribution of Tick Species Involved in the Transmission of Animal Pathogens, Including Zoonoses. Salman M, Tarres-Call J, editors.Ticks and Tick-borne Diseases Geographical Distribution and Control Strategies in the Euro-Asia Region. Oxfordshire: CABI; 2013. p. 6-26.

33. Francischetti M.B, Sá-Nunes A, Mans BJ, Santos IM, Ribeiro MC. The role of saliva in tick feding. Front Biosci, 2010; 14: 2051-2088.

34. Fuente J., Rodriguez M., Montero C., Redondo M., Garcia JC., Mendez L., Serrano E., Valdes M., Enriquez A., Canales M., Ramos E., Boue O., Machado H., Lleonart R. Vaccination against ticks (Boophilus spp.) : the experience with the Bm86-based vaccine Gavac. Genet.Anal. 1999; 15(3-5): 143-148.

35. Fuente J., Almazan C., Blouin,EF ., Naranjo V.,Kocan KM. RNA interference screening in ticks for identification of protective antijens.Parasitol.Res 2005; 96(3): 137-141.

36. Fuente J., Almazan C., Canales M., Lastra JM., Kocan KM., Willadsen P. A ten-year review of commercial vaccine of ticks infestations on cattle. Anim Health Res Rev, 2007; 8(1) 23-28.

37. Fuente J, Kocan KM, Almazan C, Blouin EF. RNA interference fort he study and genetic manipulation of ticks. Tren Parasitol, 2007; 23(9): 427-433.

38. George JE, Pound JM, Davey RB. Acaricides for controlling ticks on cattle and the problem of acaricide resistance. Bowman AS, Nuttall PA, editors. Ticks, Biology, Diseases and Control, Cambridge University Pres, UK; 2008. p. 408-423.

39. Gresz V, Kwon TH, Hurley PT, Varga G, Zelles T, Nielsen S, Case RM, Steward CM. Identification and localization of aquaporin water channels in human salivary glands. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 2001; 281(1): 247-254.

40. Guglıelmone AA, Robbıns RG, Apanaskevıch DA, Petney TN, Estrada Pena A, Horak IG. Comments on Controversial Tick (Acari: Ixodida) Species Names and Species Described or Resurrected from 2003 to 2008. Experimental and Applied Acarology, 2009. 48: 311–327.

41. Guglielmone AA, Robbins RG, Apanaskevich DA, Petney TN, Estrada-Pena A, Horak IG, Shao R, Barker S.C. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida) of the world:a list of valid species names. Zootaxa, 2010; 2528: 1-28.

42. Güleğen, AE. ,Girişgin,AO., Bakırcı, S., Şenlik,B., Aydın L.Sığırların Doğal Enfeste Kenelerine Karşı Bazı Sentetik Pyrethroidlerin Etkisi. Etlik Mikrob.Derg. 2011. 22, 27-31.

43. Hajdušek O, Šíma R, Ayllón N, Jalovecká M, Perner J, De la Fuente, J, Kopáček P. Interaction of the tick immune system with transmitted pathogens. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 2013; 3: 26.

44. Hoogstral H. African Ixodoidea. I Ticks of the Sudan. U.S. Naval Medical Research Unit Cario, Egypt, 1956. No: 3, sayfa 1 – 1101+II

45. Hussein HE, Scoles GA, Ueti MW, Suarez CE, Adham FK, Guerrero FD, Bastos RG. Targeted silencing of the Aquaporin 2 geneof Rhipicephalus (Boophilus) microplusreduces tick fitness. Parasites & Vectors, 2015; 8: 618.

46. Jaworski DC, Muller MT, Simmen FA, Needham GR. Amblyomma americanum: identification of tick salivary gland antigens from unfed and early feeding females with comparisons to Ixodes dammini and Dermacentor variabilis. Exp Parasitol, 1990; 70: 217–226.

47. Jongejan F, Uilenberg G. The global importance of ticks. Parasitology, 2004; 129: 3–14.

48. Kahl O, Hoff R, Knulle W. Gross morphological changes in the salivary glands of Ixodes ricinus (Acari, Ixodidae) between bloodmeals in relation to active uptake of atmospheric water vapour. Exp Appl Acarol, 1990; 9: 239–258.

49. Karaer Z,Yukarı BA, Aydın L. Türkiye Keneleri ve Vektörlükleri. Artropod Hastalıkları ve Vektörler, Ed.ÖZCEL MA, DALDAL N. Türk. Parasitol. Dern. yayın No.13. Ege Üniv.Basımevi, 1997; 363-433.
50. Karaer,Z., Kar, S., Güven E. Kene Enfestasyonlarında İmmunite. Tıbbi ve Veteriner İmmunoparazitoloji, Ed.Özcel MA., İnci,A.,Turgay, N.,Köroğlu, E. Türk . Parasitol. Der. Yayınları, 2007.Yayın no.21, 704-721.
51. Karim S, Essenberg RC, Dillwith JW, Tucker JS, Bowman AS, Sauer JR. Identification of SNARE and cell trafficking regulatory proteins in the salivary glands of the lone star tick, Amblyomma americanum (L.). Insect Biochem Mol Biol, 2002; 32(12): 1711-1721.
52. Klompen JSH, Black WC IV, Keirans JE, Oliver JH Jr. Evolution of ticks. Annual Rev Entomol, 1996; 41: 141-161.
53. Klompen H. Ticks, the Ixodida. Marquardt WC, editor. Biology of Disease Vectors. London: Elsevier Academic Press, 2005; p. 45-55.
54. Keırans JE. Systematics of the Ixodida (Argasidae, Ixodidae, Nuttalliellidae): An Overview and Some Problems. Ed. FIVAZ B, PETNEY T, HORAK I, Tick Vector Bıology. Medical and Veterinary Aspects, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992; sayfa 1–23
55. Keırans JE. ,Pround J. An annotated bibliography of the spinose ear tick, Otobius megnini (Dugès, 1883) (Acari: Ixodida: Argasidae) 1883–2000 Syst. Appl. Acarol. 2003; pp. 1–68 Spec. Publ. 13.
56. Kurtpınar H. Türkiye Keneleri. Güven Matbaası, Ankara, 1954; sayfa, 1 – 96.
57. Lane RP., Crosskey RW. Medical insects and Arachnids: Chapman Hall published, 1993;p.597-654.
58. Mans BJ, Venter JD, Coons LB, Louw AI, Neitz AW. A reassessment of argasid tick salivary gland ultrastructure from an immuno-cytochemical perspective. Exp Appl Acarol, 2004; 33: 119–129.
59. Maranga, R.O.,Hassanali, A and Kaaya, G.P, Mueke, J.M. Attraction of Amblyomma variegatum (ticks) to the attraction - aggregation – attachmentpheromone with or without carbon dioxide. Experimental and Applied Acarology 2003.Vol. 29: pages 121-130.
60. Maranga, R.O.,Hassanali, A and Kaaya, G.P. Mueke, J.M.. Effects of combining the fungi Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae, on the mortality of Amblyomma variegatum (Ixodidae) in relation to seasonal changes. Mycopathologia 2005Vol. 159; 4: 527-532.
61. Maritz-Olivier C, Louw AI, Neitz AWH. Similar mechanisms regulate protein exocytosis from the salivary glands of ixodid and argasid ticks. Journal of Insect Phsiology, 2005; 51: 13
62. Merdivenci A. Türkiye Keneleri Üzerine Araştırmalar. Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1969. sayfa 1 – 420
63. Minjauw B, McLeod A, 2003, Tick-borne diseases and poverty. The impact of ticks and tickborne diseases on the livelihood of small-scale and marginal livestock owners in India and eastern and southern Africa. Research report, DFID Animal Health Programme, Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh, UK.

64. Murrel A, Barker SC. Synonymy of Boophilus Curtice, 1891 with Rhipicephalus Koch, 1844 (Acari: Ixodidae). Systematic Parasitology, 2003. 56: sayfa 169 – 172

65. Needham GR, Rosell R, Greenwald L. Ultrastructure of type-I salivary-gland acini in four species of ticks and the infl uence of hydration states on the type-I acini of Amblyomma americanum. Exp App Acarol, 1990; 10: 83–104.

66. Nuttall, P.A., Trimnell, A.R., Kazımırova, M., Labuda, M. 2006. "Exposed and concealed antigens as vaccine targets for controlling ticks and tick-borne diseases, Parasite Immunology, 28, 155-163

67. Oaks JF, McSwain JL, Bantle JA, Essenberg RC, Sauer JR. Putative new expression of genes in ixodid tick salivary gland development during feeding. J Parasitol, 1991; 77: 378–383.

68. Özer E., Aydın L. Malatya'da sığırlarda Otobius megnini (Duges, 1883)'nin Bulunuşu.Tr.J. Vet. Anim. Sci.1996 .20(4) 231234.

69. Preston GM, Carrol TP, Guggino WB, Agre P. Appearance of water channels in Xenopus oocystes expressing red cell CHIP28 protein. Science, 1992; 256: 385-387.

70. Rechav Y, Nuttall PA. The effect of male ticks on the feeding performance of immature stages of Rhipicephalus sanguineus and Amblyomma americanum (Acari: Ixodidae). Experimental Applied Acarology, 2000; 4(7): 569-578.

71. Ribeiro JMC, Makoul GT, Levine J, Robinson DR, Spielman A. Antihemostatic, antiinflammatory, and immunosuppressive properties of the saliva of a tick, Ixodes dammini. J Exp Med, 1985; 161: 332–344.

72. Ribeiro JMC. Blood-feeding arthropods: live syringes or invertebrate pharmacologists? Infect Agents Dis, 1995; 4: 143–152.

73. Roshdy MA, Coons LB. The subgenus Persicargas (Ixodoidea: Argasidae: Argas). Fine structure of the salivary glands of unfed A. (P.) arboreus Kaiser, Hoogstraal, and Kohls. J Parasitol, 1975; 61:743–752.

74. Sauer JR, Essenberg RC, Bowman AS. Salivary glands in ixodid ticks: control and mechanism of secretion. Journal of Insect Physiology, 2000; 46(7): 1069-1078.

75. Sauer JR, McSwain JL, Bowman AS, Essenberg RC. 1995. Tick salivary gland physiology. Annual Rev of Entomol, 1995; 40: 245-267.

76. Schmidt SP, Essenberg RC, Sauer JR Evidence for a D1 dopamine receptor in the salivary glands of Amblyomma americanum (L.). J Cyclic Nucleotide Res, 1981; 7: 375–384.

77. Schröder J. Chemical Control of Ticks on Cattle. Fivaz B, Petney T, Horak I, editors. Tick Vector Biology, Medical and Veterinary Aspects. Berlin Heidelberg :Springer-VerJag; 1992. p. 175-184.

78. Simo L, Koci J, Zitnan D, Yoonseong P. Evidence for D1 Dopamine Receptor Activation by a Paracrine Signal of Dopamine in Tick Salivary Glands. PLoS One, 2011; 6: e16158.

79. Simo L, Zitnan D, Yoonseong P. Neural control of salivary glands in ixodid ticks. Journal of Insect Physiology, 2012; 58: 459-466.

80. Solberg VB, Miller JA, Hadfield T, Burge R, Schech JM, Pound JM. Control of Ixodes scapularis (Acari: Ixodidae) with topical self-application of permethrin by white-tailed deer inhabiting NASA, Beltsville, Maryland. Journal of Vector Ecology, 2003; 28: 117-134.

81. Sonenshine DE, Roe RM. External and Internal Anatomy of Ticks. Sonenshine DE, Roe RM, editors. Biology of Ticks. New York: Oxford University Press; 2014. p. 74-98.

82. Sonenshine DE. Biology of Ticks. Volume 1. First edition. New York: Oxford University Press; 1991.

83. Sonenshine DE. Biology of Ticks. Volume 2. First edition. New York: Oxford University Press; 1993.

84. Sonenshine DE, Mather T N, 1994, . Ecological Dynamics of Tick-Borne Zoonoses, Oxford University Press, UK.

85. Soulsby EJL. Arachnida, Helmints Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. Bailliere Tindall, London 1986. 11, sayfa 456–475

86. Stafford KC. Tick Management Handbook, The Connecticut Agricultural Experiment Station. 2004

87. Steen NA, Barker SC, Alewood PF. Proteins in the saliva of the Ixodida (ticks): Pharmacological features and biological significance. Toxicon, 2006; 47: 1-20.

88. Taylor,MA, Coop, RL, Wall, RL. Veterinary Parasitology. Blackwell Publishing,ThirdEdition2007. 874p.

89. Trimnell AR.,Davies GM., Lissina O., Hails RS., Nuttall PA. A cross reactive tick cement antigen is a candidate broad spectrum Tick vaccine.Vaccine 2005. 23, 4329-4341.

90. Uilenberg G. Veterınary Sicnificance of Ticks and Tick-Borne Diseases. Ed. FIVAZ B, PETNEY T, HORAK I, Tick Vector Bıology. Medical and Veterinary Aspects, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992. sayfa 23–35

91. Vatansever Z, Midilli K, Deniz A, Ergin S, Alp HG, Gargılı A, Prevalance of Crimean Congo Haemorrhagic Fever virus in ticks collected from domestic and wild animals in Turkey. VI. International Conference on Ticks and Tick-borne Pathogens. 21-26 September, 2008; Buenos Aires, Argentina.

92. Vatansever Z. Vektör Kene Ekolojisi. 16. Ulusal Parazitoloji Kongresi. 1-7 KAsım 2009; Adana

93. Walker AR, Fletcher JD, Gill HS. Structural and Histochemical Change in the Salivary Gland of Rhipicephalus appendiculatus During Feeding. Int J Parasitol, 1985; 15: 81-100.

94. Walker AR, Bouattour A, Camıcas Jl, Estrada Pena A, Horak IG, Latıf AA, Pegram RG, Preston PM. Tıcks of Domestic Animals in Africa: A Guide to Identification of Species. Published by Bioscience Reports, Scotland, U.K. 2003. sayfa 1 – 221+VI

95. Wang H, Nuttall PA. Immunglobulin-binding proteins in ticks: new target for vaccine development against a blood-feeding parasite. Cellular and Molecular Life Sciences, 1999; 56: 286-295.

96. Wichatitsky MG. Adult Tick Burdens and Habitat Use of Sympatric Wild and Domestic Ungulates in a Mixed Ranch in Zimbabwe. Annual New York Academic Science, 2002; 969:306 – 313

97. Willadsen P. Anti-tick vaccine. Parasitology, 2004; 129: 367-387.

BÖLÜM 14

HAMAMBÖCEKLERİ

(Blattodea: Blattidae)

BİYOLOJİSİ, EKOLOJİSİ VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Ar. Gör. Emre ÖZ, Prof. Dr. Atila YANIKOĞLU, Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya

1. ARTROPOD

Dünyada yaklaşık 4000 tür ile temsil edilen hamamböcekleri, fosil kayıtlarına göre yaklaşık 350 milyon yıl önce Karbonifer döneminde ortaya çıkmıştır (1, 2). Otuz kadar türü insanların bulunduğu konut, ofis, restoran ve fırın gibi mekânlarda; bunların yanı sıra kanalizasyon, rögar, bodrum katları gibi

alanlarda yayılış göstermektedir (Şekil 1 A, B) (2). Diğer türler ise ormanlarla kaplı tropiklerde bulunmaktadır. Kutuplara ve kurak bölgelere doğru gidildikçe hamamböceklerinin tür sayısı azalmaktadır. Hamamböcekleri dünyanın hemen hemen her yerine ülkeler arasındaki ticaret ilişkileri ve taşımacılık faaliyetleri vasıtasıyla yayılmışlardır (3). Birçok tür sahip oldukları yapısal uyum özellikleri ve geniş çevre toleransları sayesinde uçak, araba, gemi, tren vb ulaşım taşıtlarıyla başka bölgelere taşınarak kozmopolit tür olmuşlardır.

Ülkemizde yayılış gösteren ve özellikle insanların yaşadığı alanlarda bulunan dört önemli hamamböceği türü bulunmaktadır (Şekil 2, 3, 4, 5). Bu türlerden *Blattella germanica* L. (Alman hamamböceği) ve *Supella longipalpa* (F.) (Kahverengi şeritli hamamböceği) türleri kuru ve sıcak yerleri sevdiği için mutfak, restoran, ofis gibi iç alanlarda özellikle çekmece ve dolaplarda, *Periplaneta americana* L. (Amerikan hamamböceği) ve *Blatta orientalis* L. (Doğu hamamböceği) türleri ise ılık/serin ama nemli yerler olan rögar, kanalizasyon ve buhar tünelleri gibi dış ortamlarda sıklıkla görülmektedir (Tablo 1) (4).

İnsanların bulunduğu mekânlarda yaşayan türler insan doğasına tamamen adapte olmuşlardır. Bu türler geceleri aktif (nokturnal) olup, gündüzleri buzdolaplarının arkasında, konutlardaki çatlak yerlerde, mutfak eşyalarının altında/arkasında veya duvar panolarının altında gizlenirler. Hamamböcekleri omnivor (hem etçil hem de otçul) canlılar olup nişasta, peynir, insan deri döküntüleri, fırın ürünleri, el yazmaları, tutkal, saç, ölü hayvanlar, bitki malzemeleri, kıyafetler ve kâğıt gibi birçok malzeme ile beslenmektedir. Ayrıca birbirlerini yeme davranışı da (kanibalizm) görülür, bu sayede besin kıtlığı durumunda hayatta kalma şansları artmaktadır.

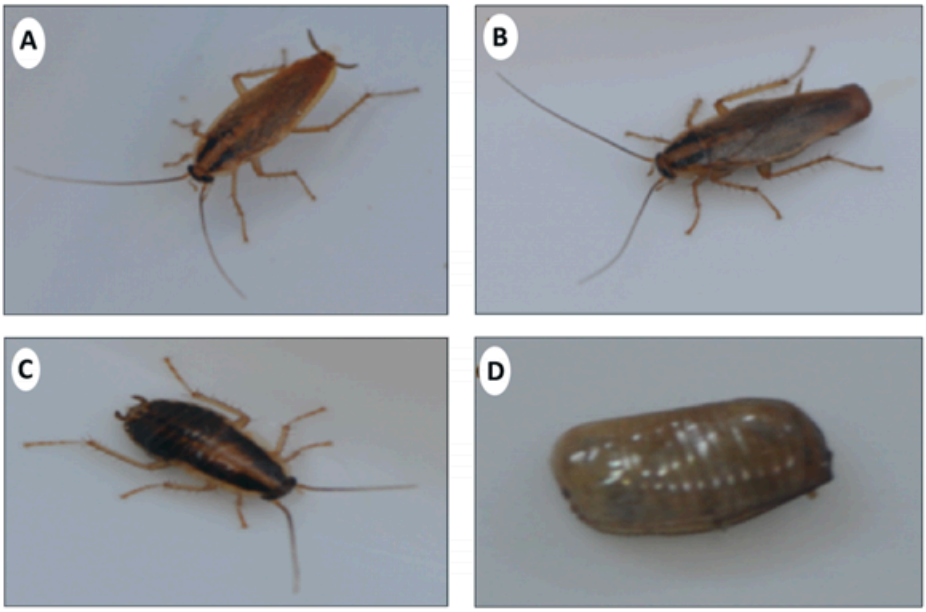
Hamamböceklerinin insan sağlığı açısından zararlı olmalarının en önemli nedeni beslenme ve barınma alışkanlıklarından kaynaklanmaktadır. Bu böcekler beslenme ve barınma ortamları olan kanalizasyon, rögar, çöp tesisleri ve bodrum katları gibi zararlı mikroorganizmalarca (bakteri, protozoa, ve virüs) zengin yerlerde yaşadıklarından buradaki hastalık etkeni mikroorganizmaları ağız parçalarında, bacaklarında ve vücut yüzeylerinde mekanik olarak taşıyarak besinlere bulaştırmaktadırlar. Böylece gıda zehirlenmesi, dizanteri ve diyare gibi hastalıkların etmenlerine vektörlük yapmaktadırlar. Huzurevleri ve uzun dönemli bakım evlerinde yapılan bir çalışmada 250 adet hamamböceği üzerinden 38 adet gram (-) bakteri türü, 6 adet gram (+) bakteri türü ve 20 adet glukoz fermente etmeyen basil bakteri türü izole edilmiştir (6).



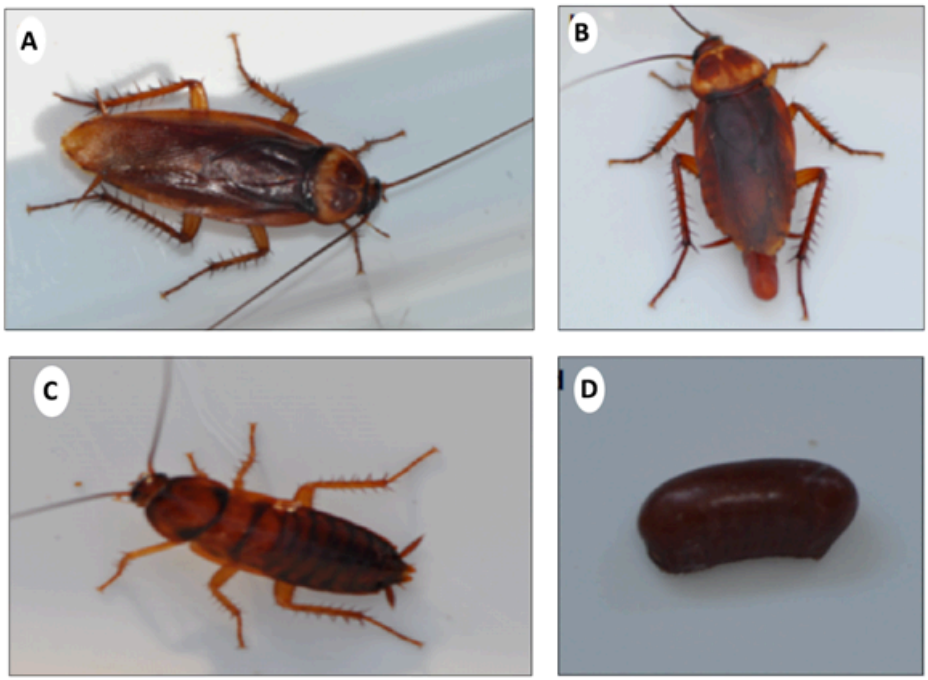
Şekil 1. A. Alman hamamböceğinin (*Blattella germanica* L.) yaşam alanları; fırın ve restoranlar



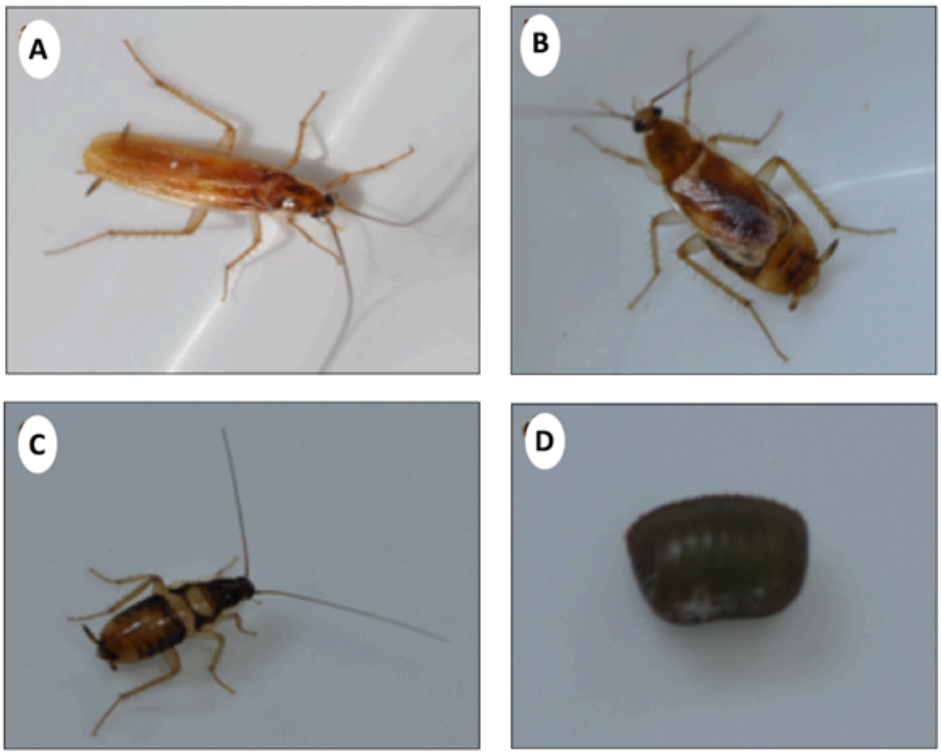
Şekil 1. B. Amerikan hamamböceğinin (*Periplaneta americana* L.) yaşam alanları; kanalizasyon ve rögarlar



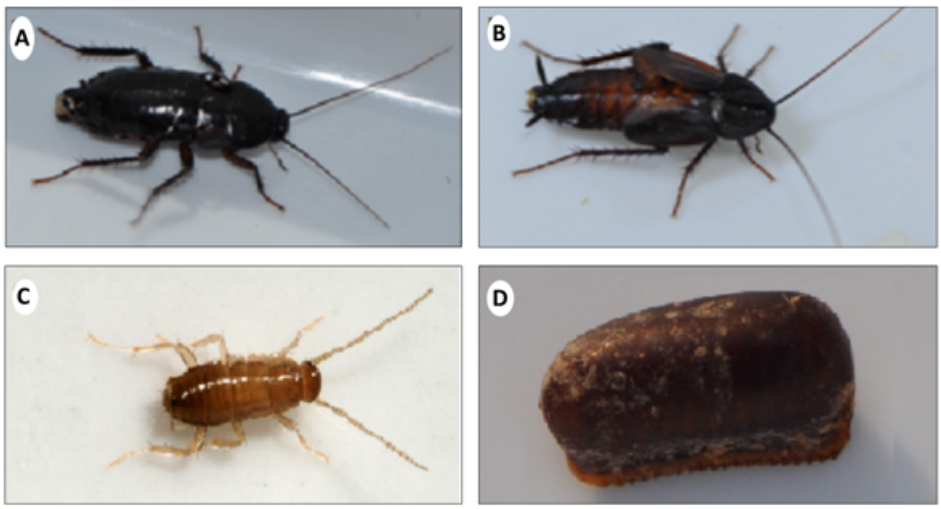
Şekil 2. Alman hamamböceği (*Blattella germanica*)'nin yaşam evreleri. A. Ergin erkek hamamböceği; B. Ergin dişi hamamböceği; C. Nimf; D.Yumurta paketi



Şekil 3. Amerikan hamamböceği (*Periplaneta americana*)'nin yaşam evreleri. A. Ergin erkek hamamböceği; B. Ergin dişi hamamböceği; C. Nimf; D.Yumurta paketi



Şekil 4. Kahverengi şeritli hamamböceği (*Supella longipalpa*)'nin yaşam evreleri. A. Ergin erkek hamamböceği; B. Ergin dişi hamamböceği; C. Nimf; D.Yumurta paketi



Şekil 5. Doğu hamamböceği (*Blatta orientalis*)'nin yaşam evreleri. A. Ergin dişi hamamböceği; B. Ergin erkek hamamböceği; C. Nimf; D.Yumurta paketi

Tablo 1. Ülkemizdeki 4 önemli hamamböceği türünün genel özellikleri (5)

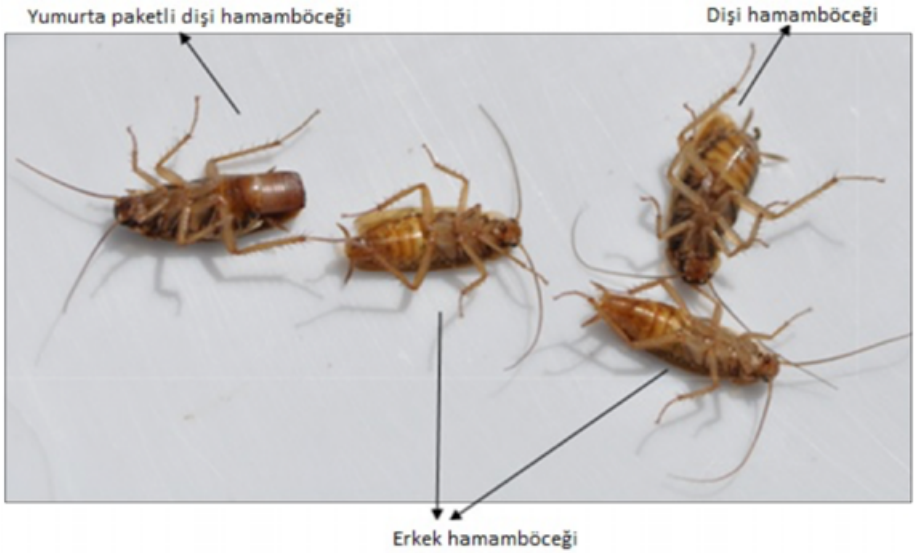
	Blattella germanica	***Supella longipalpa***	***Periplaneta americana***	***Blatta orientalis***
Uzunluk	12-15 mm	10-14 mm	35-40 mm	20-27 mm
Renkleri	Sarımsı kahverengi, pronotumunda boyuna iki koyu renkli çizgi vardır.	Kahverengi, Sarımsı kahverengi, kapalı kanatların üzerinde enine–yatay iki bant vardır.	Kızılımsı kahve pronotumunda halka şeklinde açık bant vardır.	Koyu siyah
Kanatlar ve uçma davranışları	Dişi ve Erkek: Kanatları var ama iyi uçucu değildir.	Erkek: Gelişmiş ve işlevsel kanatlar Dişi: Kısa işlevsiz kanatlar	Dişi ve Erkek: Gelişmiş ve işlevsel kanatlar	Erkek: Gelişmiş ve işlevsel kanatlar Dişi: Kısa işlevsiz kanatlar
Yumurta paketi	Boy: 8-10 mm Yumurta sayısı: 37-44	Boy: 4-5 mm Yumurta sayısı: 14-18	Boy: 8-10 mm Yumurta sayısı: 14-16	Boy: 10-12 mm Yumurta sayısı: 16-18
Yaşam alanının özelliği	Sıcak ve kuru	Sıcak ve kuru	Ilık ve nemli	Serin ve nemli

Başka bir çalışmada Malezya'daki gıda tesislerinden 32'si *P. americana* ve 16'sı *B. orientalis* olmak üzere toplam 48 hamamböceğinin dış ve iç vücudundan *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella* ve *Staphylococcus* cinsi patojen bakteriler izole edilmiştir (7). Bunların yanı sıra *Candida*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Alternaria* ve *Aspergillus* cinsi mantar türleri de hamamböceklerinden izole edilmiştir (8). Ayrıca, hamamböcekleri yassı kurtların, nematodların, acanthocephalo gibi parazitik solucanların (*Hymenolepis diminuta*, *Raillietina* spp., *Gongylonema pulchrum* ve *Moniliformis moniliformis*) konakçılarıdır (9). Yapılan bir çalışmada Alman hamamböceğinin bağırsağında *Pseudomonas*

aeruginosa'nın çoğaldığı ve bakterilerin atılımının 114 güne kadar sürdüğü gösterilmiştir (10). Dolayısıyla hamamböcekleri patojenler için sadece mekanik bir yayıcı olarak görev yapmakla kalmaz, aynı zamanda patojenlerin çoğalması için bir rezervuardırlar. Bu canlılar besinlerimize mikrop bulaştırmalarının yanı sıra, dışkıları ve dökülmüş olan derileri ile küçük çocuklarda astım, hapşırma, gözlerin sulanması ve burun pasajlarının tıkanması gibi alerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir (2).

1.1 Morfolojileri

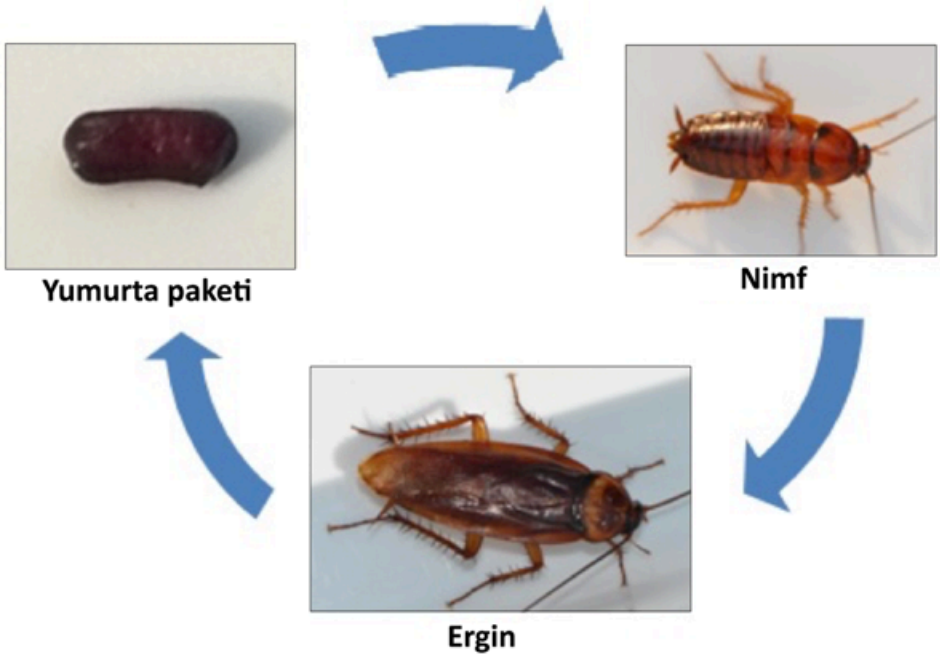
Hamamböceklerinin vücudu sırttan (dorsalden) karına (ventrale) doğru basıktır. Vücut baş (cephalon), göğüs (thorax) ve karın (abdomen) olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Hamamböceklerinin bazı türleri kısa kanatlı ya da kanatsız yapıda olmasına rağmen genellikle iki çift kanata sahiptirler. Tipik olarak ön kanatlar renkli ve derimsi yapıda, arka kanatlar ise açık, şeffaf ve zarımsıdır. Bir çift olarak bulunan antenlerin uzunluğu bazı türlerde vücut boyunu aşmaktadır. Isırıcı-çiğneyici ağız parçalarına sahip olan hamamböceklerinin bacak tipleri ise koşucu-yürüyücü tiptedir. Dişi ve erkek hamamböceklerinin abdomenlerinin ucunda bir çift sersi bulunur. Genel olarak erkekler daha ince ve uzun abdomene sahipken, dişilerin abdomeni daha yuvarlağımsı, kavisli ve geniştir (Şekil 6) (11).



Şekil 6. Alman hamamböceklerinin dişi ve erkek bireylerinin ventralden görünümleri

1.2. Yaşam döngüleri

Hamamböceklerinin yaşam döngüsü yumurta, nimf ve ergin olmak üzere üç evreden oluşmaktadır (Şekil 7). Yarı başkalaşım (hemimetabol) geçiren hamamböceğinin yumurta paketinden (ooteka) çıkan nimfler daha küçük olmaları, kanadının olmaması ve üreme organlarının tam olarak gelişmemesi ile erginlerden farklıdırlar. Nimfler hormonlar ve enzimler sayesinde birkaç kez deri değiştirerek ergin hale ulaşırlar (12).



Şekil 7. Hamamböceklerinin yaşam döngüsü

1.3. Sınıflandırılması

Alem : Animalia
Şube : Arthropoda
Sınıf : Insecta
Takım : Blattodea
Aile : Ectobiidae (Blattellidae)
Cins : *Blattella*

Tür : *Blattella germanica* (Alman hamamböceği)
Aile : Ectobiidae
Cins : *Supella*
Tür : *Supella longipalpa* (Kahverengi bantlı hamamböceği)
Aile : Blattidae
Cins : *Periplaneta*
Tür : *Periplaneta americana* (Amerikan hamamböceği)
Aile : Blattidae
Cins : *Blatta*
Tür : *Blatta orientalis* (Doğu hamamböceği)

1.4. Toplanmaları ve kültüre alınmaları

Hamamböcekleri, üreme ve gelişme alanlarından (mutfak, kiler, rögar, kanalizasyon sistemleri vb.) elle veya vakumlu elektrikli süpürge yardımıyla toplanmaktadır. Toplanan bireyler 5 litre hacimde plastik bidonlar içerisinde laboratuar ortamına getirilir. Bu bireyler, üzerlerindeki patojenlerin (bakteri ve mite gibi) diğer hamamböceği kültürlerine ve laboratuar ortamına bulaşmaması için 40 °C sıcaklıkta, en az 8-12 saat etüvde bekletilirler. Hamamböcekleri gececi (nokturnal) olduklarından ışıklı ortamda saklanabilmeleri için plastik bidonlar içerisine rulo şeklindeki kartonlar yerleştirilir. Bidonların içerisine yeterli miktarda besin (köpek maması, kraker vb.) ve nemli pamuk yerleştirilir. Besin ve su kaynağı, bidondaki birey sayısı ve ortam nemine bağlı olarak birkaç gün aralıklarla yenilenir/değiştirilir.

2. MÜCADELEDE KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1. Kültürel mücadele

Yapılacak olan mücadele çalışmalarında ilk sırada yer alması gereken mücadele yöntemi kültürel mücadeledir. Çünkü bir zararlının biyolojisi, nerede yaşadığı veya ne ile beslendiği iyi bilinmez ise o zararlıya karşı yapılan mücadele yetersiz veya başarısız olacaktır. Bu nedenle vektör mücadelesinde görevli personel ve vatandaşlarımıza yönelik kültürel mücadele çalışmaları kapsamında söz konusu zararlının biyolojisi, yaşam biçimi, vektörlük yaptığı hastalıklar ve mücadele yöntemleri gibi konular seminer, broşür ve benzeri temel eğitim yöntemleriyle anlatılmalıdır.

2.2. Mekanik (Fiziksel) mücadele

Hamamböcekleri özellikle soğuk havalarda açık alanlardaki yaşam alanlarından evlere veya diğer kapalı mekân ve yapılara girmeye teşebbüs edebilirler. Hatta bitişik evlerde ya da apartmanlarda bir evden diğerine gidebilirler. Bu nedenle mekanik mücadeledeki amaç hamamböceklerinin doğal ve yapay üreme alanlarında ve beslenme ortamlarında bir takım değişiklikler yaparak hamamböceklerinin daha fazla yayılmasını önlemektir.

2.2.1. Mekanik mücadele kapsamında yapılması gerekenler işlemler;

- Mutfak tezgâhının üzerinde veya dolaplarda açıkta gıda maddesi bırakılmamalıdır.
- Konutların duvarlarında, tabanlarında, kapı ve pencere çerçevelerinde çatlak ve oyuk gibi açık alanlar varsa bu açıklıklar alçı, macun gibi doldurucu maddeler ile kapatılmalıdır.
- Süpürgelikler, elektrik prizleri ve kablo kanallarının etrafı titizlikle kapatılmalıdır.
- Hamamböceklerinin gizlenebileceği ortamlara yapışkan tuzaklar koyularak hem mücadele edilmeli hem de ortamdaki popülasyon yoğunluğu izlenmelidir.
- Ortamda bulunan hamamböcekleri ve yumurta paketleri vakumu yüksek elektrik süpürgesiyle toplanmalıdır.
- Yemek artıkları çöp poşetine konularak ağzı sıkıca bağlanmalı ve çöp kovası günlük olarak boşaltılmalıdır.
- Kalorifer ve su borularının etrafındaki küçük delikler kapatılmalıdır.

- Bazı hamamböceği türleri nemli ortamları sevdiği için özellikle banyo ve mutfakta su sızıntısı varsa tamir edilmeli ve ortam kurutulmalıdır.
- Mutfak ve banyo gibi alanlar sık sık badana yapılmalıdır.
- Besinler, hamamböceklerinin giremeyeceği saklama kaplarında saklanmalıdır.
- Lavabo delikleri ve mazgallar etrafını örtecek şekilde bir ağırlık ile kapatılmalıdır.
- Marketlerden alınan yiyeceklerin kutularında (patates çuvalı, yumurta kartonu vb) hamamböceğinin taşınabilmesi ihtimaline karşı kutular dikkatice incelenmelidir.
- Otel, pansiyon vb. yerlerde konaklama yapıldıktan sonra eve dönüşte bavullar boşaltılmalı, bavulların her yeri özellikle fermuarlı kısımların içleri dikkatice incelenmelidir.
- Kapalı ortamlardaki hamamböceği istilasını yok etmek için söz konusu kapalı ortamda elektronik cihazlar ile aşırı ısıtma ve soğutma yapılmalıdır.
- Kapalı ortamlara toksik olmayan gazlar uygulayarak, hamamböcekleri gizlendikleri yerlerden çıkartılmalı ve vakumu yüksek elektrik süpürgelerle toplanmalıdır.
- Kiler ve bodrum gibi çok kullanılmayan alanlar kuru ve temiz tutulmalıdır (5, 11, 4).

Yukarıda bahsedilen küçük ama önemli düzenlemeler yapıldığında hamamböcekleri ile mücadelede büyük başarı sağlanabilir ancak bu koşullar dahi hamamböceklerini tamamen yok etmek için yeterli olmayabilir. Popülasyonları baskı altında tutmak için diğer mücadele yöntemlerinin işin içine katılması gerekir. Mekanik mücadele yapıldığı takdirde hamamböceklerine karşı kullanılan kimyasal insektisitleri en aza indirgeyerek hem ülkemizin ekonomisine katkıda bulunuruz hem de çevreye daha az toksik maddenin atılmasını sağlayarak hedef dışı organizmaların zarar görmesini engelleriz.

2.3. Kimyasal mücadele

Hamamböceği mücadelesinde en çok kullanılan yöntem kimyasal insektisit kullanımıdır. Hamamböceklerine kimyasal insektisitler uygulamadan önce popülasyon yoğunluğunu yapışkan tuzaklarla belirlemeli, eğer

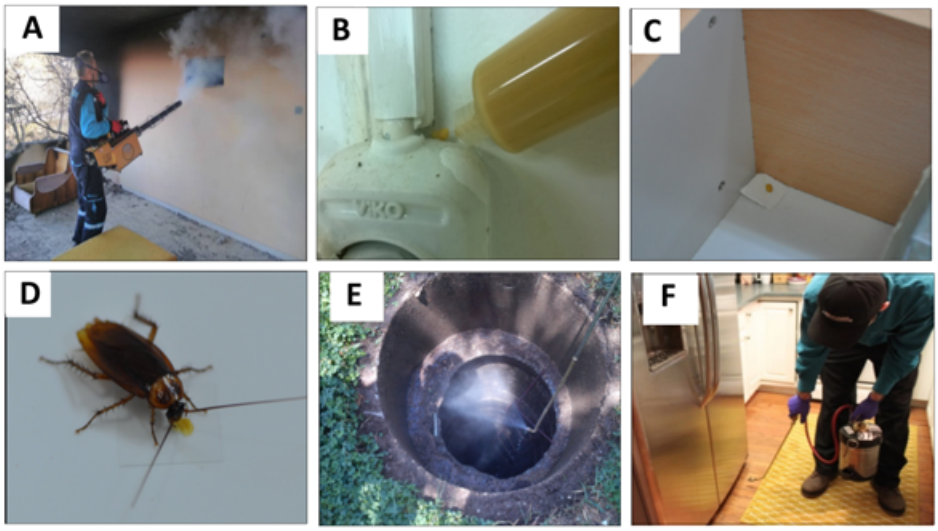
hamamböceği tespit edilir ise hamamböceklerinin gizlenebileceği ortamlara (lavabo altları, çekmeceler, fırın ve buzdolabı gibi cihazların motorlarının arkaları, rögarlar ve bodrum katları vb alanlar) bilinçli bir şekilde biyosidal ürün uygulanmalıdır. Kimyasal insektisitler zararlıları yok etmede en etkili ürünler olarak görülse de, zamanla çevre ve sağlık problemlerinin ortaya çıkması, hedef dışı canlılara zarar vermeleri ve zararlıların bunlara karşı direnç kazanması gibi dezavantajlara sahiptirler. Bu dezavantajları ortadan kaldırabilmek için insektisitlerin hangi dozda, ne aralıklarla, nasıl kullanılacağının iyi saptanması ve bu konuda uzman kişilerden yardım alınarak mücadelenin yapılması gerekir.

Ülkemizde hamamböceği mücadelesinde kullanılan insektisit formülasyonlarının büyük çoğunluğu sentetik piretroit grubu aktif maddeler içermektedir (Tablo 2). Bu aktiflerin başlıcaları deltamethrin, permethrin, α-cypermethrin ve lambda-cyhalothrin'dir. Kimyasal mücadele kapsamında sıcak sisleme (termal fog), soğuk sisleme (ultra low volume), kalıcı uygulama (spray-rezidüel), yem tuzakları, jeller ve tozlar kullanılarak hamamböcekleriyle mücadele edilmektedir (Şekil 8 a, b, c, d, e, f) (11). Ortaya çıkabilecek direnç problemini önlemek için sinerjistik maddeler (PBO: piperonyl butoxide) ile formülasyon haline getirilmiş ürünler kullanılmaktadır.

Son zamanlarda gelişen teknoloji ile biyosidal ürünlerin kalitesi ve etki süreleri uzatılabilmektedir. Örneğin, aktif maddeler mikrokapsülasyon teknolojisi ile mikroskopik küreler içine hapsedilerek uygun ortamlara sprey şeklinde uygulanmakta, yavaş salınım gösterdikleri ve çevresel koşullardan daha az etkilendikleri için toksik etkilerini daha uzun süre gösterebilmektedirler (Yaklaşık 2-6 ay) (5).

Evlerde insanların uygulayabileceği basit yöntemlerden birisi de borik asidin haşlanmış patatesle karıştırıp hamamböceğinin gizleneceği ortamlara bırakılmasıdır. İnorganik madde olan borik asit hamamböceğinin ön bağırsak duvarındaki hücreleri parçalayarak ölmesine neden olmaktadır. Öldürücü etkisi uzun sürede ortaya çıksada borik asidin etki mekanizması fiziksel olduğu için hamamböceklerinin direnç geliştirme yeteneği diğer insektisitlere nazaran oldukça düşüktür (13). Marketlerde satılan yem istasyonları da evlerde kolaylıkla kullanılmaktadır. Bu biyosidal ürünler içerdikleri cezp edici maddelerle hamamböceğini çekmektedir ve birkaç gün içinde öldürmektedir.

Özellikle son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlayan neonikotinoid ve phenyl pyrazole grubu aktif maddeler (Örneğin; imidacloprid, fipronil) içeren jel şeklindeki yemler hamamböceği mücadelesinde oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Hamamböceğinin var olduğu ortamlara kibrit çöpünün başı büyüklüğünde damlalar şeklinde uygulama yaparak uzun süre koruma sağlanabilir. Çok yoğun bir hamamböceği istilası varsa jel yemler çabucak tüketileceği için takip edilmeli ve bittiğinde ilave edilmelidir.



Şekil 8. A. Termal fog (Sıcak sisleme) ile kimyasal mücadele; B – C – D. Jel yöntemiyle kimyasal mücadele; E ve F. Sırt ve el pulvarizatörü ile kimyasal mücadele

Tablo 2. Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen ve ülkemizde hamamböceği mücadelesinde kullanılan bazı aktif maddeler (2).

Aktif Madde	**Kimyasal Grup**	**Formülasyon Şekli**	**Uygulama Dozu (G/L ya da G/Kg)**
α-Cypermethrin	Piretroit	Sprey	0.3 - 0.6
Cypermethrin	Piretroit	Sprey	0.5 - 2
Deltamethrin	Piretroit	Sprey	0.3
λ-Cyhalothrin	Piretroit	Sprey	0.15 - 0.3
Permethrin	Piretroit	Sprey	1.25 - 2.5
İmidacloprid	Neonikotinoit	Yem	1.85 - 2.15
Fipronil	Arylpyrazole	Yem	0.1 - 0.5

2.3.1. Jel yem formülasyonların avantajları;

- Ev, lokanta, hastane gibi alanlarda insanları ve evcil hayvanları ortamdan uzaklaştırmadan rahatça uygulanabilmektedir.
- Sahip oldukları cezp edici maddeler ile hamamböceğini kendine çekmektedir.
- Hamamböceğin görüldüğü yerlere lokal uygulama yapıldığı için çok fazla insektisit kullanmadan hem çevreye hem de ülke ekonomisine katkı yapılmaktadır.
- Konutlardaki insanlara ve evcil hayvanlara zararlı değildir.
- Uygulamadan sonra havalandırma yapmaya gerek yoktur.
- İlaçlama yapılırken kapı ve pencerelerin kapatılmasına gerek yoktur.
- Enjektör şeklindeki tabancalarla rahatlıkla uygulanabilmektedir.
- İkincil ölüm (domino etkisi) görülür yani yemi tüketen hamamböcekleri saklandıkları alanlara döndüklerinde ölmekte, diğer bireyler kanibalizm davranışından dolayı ölen böcekle beslendiğinde öldürücü maddeyi kendi vücuduna aldıkları için ölmektedirler. Bu durum zincirleme olarak devam etmektedir (4).

2.4. Biyolojik mücadele

Biyolojik mücadele zararlı böceklerin mevcut doğal düşmanları kullanılarak etkisiz hale getirilmesi demektir. Örneğin bazı parazitoit arılar Amerikan hamamböceğinin doğal düşmanlarıdırlar, bu parazitoid arılar hamamböceği yumurta paketini (ooteka) delerek kendi yumurtasını bırakırlar ve yumurtadan çıkan bireyler hamamböceği nimflerini yiyerek hamamböceği mücadelesine katkı sağlarlar (14). Yapılan bir çalışmaya göre bir fungus türü olan *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) Alman hamamböceğine karşı biyolojik ajan olarak etkili bulunmuştur (15). Biyolojik mücadele yöntemlerinin zararlıyı öldürmesi için uzun süre gerektirmesi, konutlara/ortama yeni bir canlı bırakılması ve biyolojik mücadele ajanının üreme ve gelişmesi için bazı özel ortam şartları (örneğin fungusun üremesi için yüksek derecede nem gerekir) gerektirdiğinden genellikle kullanılmamaktadır.

3. KAYNAKLAR

1. Moore RC, Lalicker CG, Fischer AC. Invertebrate Fossils. McGraw-Hill, N. Y; 1952. p. 571.
2. WHO. 2006. Pesticides and their application. For the control of vectors and pests of public health importance. Sixth edition. 114 p.
3. Rust MK, Reierson DA, Hansgen KH. Control of American cockroaches (Dictyoptera: Blattidae) in sewers. J Med Entomol, 1991; 28(2): 210-213.
4. Çetin H. Kent Zararlıları-Biyoloji, Ekoloji ve Mücadele Yöntemleri (Vektörler ve Diğerleri). Yıldız Ofset Matbaacılık; 2016, 203 sayfa.
5. Cochran DG. Cockroaches Their Biology, Distribuiton and Control (WHO/CDS/CPC/WHOPES/99.3); 1999.
6. Pai HH. Multidrug resistant bacteria isolated from cockroaches in long-term care facilities and nursing homes. Acta Trop, 2013; 125(1): 18-22.
7. Wahab AH, Tahir MPM, Mohamed E. Pathogenic bacteria isolated from cockroaches found in food premises. J Teknol, 2016; 78(6-8): 73-77.
8. Fotedar R, Banerjee U. Nosocomial fungal infections – Study of the possible role of cockroaches (*Blattella germanica*) as vectors. Acta Trop, 1992; 50: 339–343.
9. Beaver PC, Jung RC, Cupp EW. Clinical Parasitology. 9th ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 1984; p. 617 – 618.
10. Fotedar R, Banerjee U, Shriniwas UB. Vector potential of the German cockroach in dissemination of *Pseudomonas aeruginosa*. J Hosp Infect, 1993; 23: 55–59.
11. Koçak O. Hamamböcekleri biyolojisi ve kontrol yöntemleri. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk sağlığı alanında haşere mücadelesinde sorumlu müdür eğitimi, Antalya; 2008.
12. Bell WJ, Roth LM, Nalepa CA. Cockroaches: Ecology, Behavior, and Natural History. The Johns Hopkins University Press; 2007.
13. Cochran DG. Toxic effects of boric-acid on the German-cockroach. Experientia, 1995; 51(6): 561-563.
14. Suiter DR, Patterson RS, Koehler PG. Seasonal incidence and biological control potential of *Aprostocetus hagenowii* (Hymenoptera: Eulophidae) in treehole microhabitats. Environ Entomol, 1998; 27: 434-442.
15. Zurek L., Watson DW, Schal C. Synergism between *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) and boric acid against the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). Biol Control, 2002; 23(3): 296-302.

BÖLÜM 15

HALK SAĞLIĞI ZARARLILARINDA PESTİSİT DİRENCİ

Yük.Bio. Önder SER[1], Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN[2]

[1]Halk Sağlığı Müdürlüğü, Kepez Toplum Sağlığı Merkezi, Sıtma Birimi, Antalya

[2]Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya

1. GİRİŞ

Pestisitler halk sağlığı alanında, veteriner uygulamalarında ve zirai alanda çeşitli vektörlere ve zararlılara karşı uzun süredir yaygın olarak kullanılmaktadır. İlk kez 1947 yılında ev sineklerinde (*Musca domestica* Linnaeus, 1758) DDT'ye karşı direnç tespit edilmesinden bu yana sivrisinekler ve hamamböcekleri gibi birçok böcek türünün mücadelede kullanılan hemen hemen tüm insektisit gruplarına karşı direnç kazandığı bilinmektedir (1). Direncin ortaya çıkmasında biyolojik, genetik ve operasyonel faktörler rol oynamaktadır. Biyolojik faktörler arasında

jenerasyon süresi ve sayısı, jenerasyon başına düşen yavru sayısı, göç ve izolasyon bulunmaktadır. Genetik faktörler arasında ise direnç genlerinin frekansı ve baskınlığı, direnç genotipinin uygunluğu, farklı direnç alellerinin sayısı ve gen etkileşimleri yer almaktadır. Biyolojik ve genetik faktörler üzerinde insanın etkisi bulunmamaktayken; insektisitin kimyasal yapısı ve kalıcılığı ile uygulama yöntemi, zamanı, dozu ve sıklığı gibi operasyonel faktörler insanoğluna bağlıdır (1-3). Bu nedenle pestisitlerin aşırı ve bilinçsiz kullanımı, hedef canlılarda zaman içinde bu ürünlere karşı direnç gelişmesine neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) direnci, "normal bir popülasyondaki bireylerin çoğunu öldürdüğü tespit edilen zehirli bir maddenin belirli bir dozuna karşı, aynı türün diğer popülasyonundaki bireylerde tolerans kazanma yeteneğinin gelişmesi" olarak tanımlamaktadır (3-6). İnsektisit Direnç Eylem Komitesi'ne (IRAC) göre ise direnç; bir zararlı popülasyonunun duyarlılığındaki kalıtsal değişiklik olup, zararlı türü için etikette tavsiye edilen doza göre kullanılan bir ürünün, beklenilen kontrol düzeyine ulaşmasındaki tekrarlayan başarısızlığını yansıtmaktadır (7, 8). Dirençle ilgili farklı araştırmacılar tarafından çeşitli tanımlar da kullanılmaktadır. Direnç, böceklerin doğal seçilim ve mutasyonlar yoluyla bir insektisitin toksik etkilerine dayanma kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (9). Demiröz (2015) tarafından bildirildiğine göre; Ünal ve Gürkan direnci, pestisitin önerildiği zararlıların popülasyonlarının baskı altına alınmasında, yanlış depolama, hatalı uygulama ve uygun olmayan çevre koşulları gibi problemler dışında bir hassasiyet azalması olarak tanımlamıştır. Öncüer ve Durmuşoğlu tarafından, bir zararlıya karşı aynı pestisitin veya etki mekanizması aynı olan pestisitlerin art arda uzun süre kullanılması sonucunda, bu zararlı popülasyonunda pestisit(ler)e karşı önce hassasiyet azalışı görülmesi ve sonrasında da hassasiyeti az olan bireylerin popülasyonda artışı ile dayanıklı bireylerin çoğalması ve bu pestisitlere karşı dayanıklı ırkların meydana gelmesi, direnç olarak tanımlanmıştır (6).

Pestisitlere karşı hedef canlılarda direnç gelişmesi, tarımsal alanda ciddi ürün kayıplarına yol açması ve çeşitli hastalık etmenlerini taşıyan vektörlerin kontrolünde başarıyı düşürmesi bakımından ciddi endişelere neden olmaktadır (3, 7). Bir pestisite karşı hedef organizmaların duyarlılığı azaldıkça, o pestisitin etkinliği de azalmaktadır. Pestisit uygulayıcıları ise, genellikle eski etkinliği elde edebilmek için doz arttırımına ve/veya uygulama sıklığını arttırma yoluna gitmektedir. Bu durumda artan dozlara paralel olarak hem maliyet artmakta hem de çevrede daha fazla pestisit

kalıntısı birikmeye başlamaktadır. Sonuç olarak ekolojik dengenin bozulması hızlanmakta, hedef dışı canlılara, çevre ve insan sağlığına daha fazla zarar verilmektedir (6, 10).

2. DİRENÇ MEKANİZMALARI

Zararlılarda pestisitlere karşı direnç gelişimine yol açan çeşitli mekanizmalar bulunmaktadır. Direnç mekanizmalarını genel olarak metabolik direnç, hedef bölge direnci, penetrasyonun azalması ve davranışsal direnç olmak üzere dört ana gruba ayırabiliriz. Bunların dışında çapraz direnç ve çoklu (multiple) direnç olguları da zararlıların pestisitlere direnç kazanması ile ilgili durumlardır (8, 9).

2.1. Metabolik direnç (detoksifikasyonun artması)

Bir pestisitin metabolizmasında görev alan bir veya daha fazla enzimin seviyesindeki artış veya enzimin yapısında meydana gelen değişiklik sonucunda aktivitesindeki artışa bağlı olarak, pestisitin detoksifikasyonun artması şeklinde meydana gelebilmektedir. Böceklerde insektisitlere karşı oluşan metabolik direnç ile ilgili başlıca enzimler; monooksigenazlar (sitokrom p450), glutatyon-S-transferaz (GST) ve esterazlardır (8, 11). Örneğin: Organik fosforlu (OP) insektisitlerin birçoğuna dirençli *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 türü sivrisinek soylarının neredeyse tamamında esterazlarla ilgili bir genin çok sayıda kopyası bulunmaktadır. Bu durum, sivrisineklerde ilgili enzimin aşırı üretilebilmesine olanak vermektedir. Malathiona dirençli sıtma parazitlerinin vektörü *Anopheles* cinsi sivrisinek soylarında ise, malathion metabolizmasında görev alan esteraz enzim seviyesinde artış olmadığı, bunun yerine enzimin yapısında meydana gelen değişiklik nedeniyle duyarlı bireylere göre malathionu daha hızlı metabolize eden enzim formunun bulunduğu tespit edilmiştir (8).

2.2. Hedef bölge direnci (hedef bölge duyarsızlığı)

İnsektisitin böcek vücudundaki hedef bölgesinde genetik olarak meydana gelen bir değişiklik sonucunda, insektisitin hedef bölgeye bağlanmasının veya etkileşiminin engellenmesi ile oluşmaktadır. Böylece insektisitin toksik etkisi azaltılır veya ortadan kaldırılır (12). İnsektisite karşı hedef bölgenin duyarsızlaşması farklı şekillerde gerçekleşebilmektedir. Örneğin: Dikloro difenil trikloroethan (DDT) ve piretroit grubu insektisitlerin hedef bölgesi sinir hücrelerinin zarlarında bulunan voltaja duyarlı sodyum kanallarıdır. Bu kanalları kodlayan genlerde meydana gelen mutasyon nedeniyle, voltaja duyarlı sodyum kanallarının yapısında bulunan amino asitlerde

değişiklik olmakta ve bunun sonucunda insektisitler hedef bölgelerine bağlanamamaktadır. Bu durum knock-down direnci (*kdr*) olarak da adlandırılmaktadır. OP ve karbamatlı insektisitlerin böcek vücudundaki hedef bölgesi asetilkolinesteraz enzimidir. Bu enzimi kodlayan gen bölgesinde (lokusta) meydana gelen mutasyon nedeniyle, bu grup insektisitlerin enzim üzerinde bağlanacakları bölgedeki amino asitler değişmekte ve enzim, insektisite duyarsız hale gelmektedir. Organik klorlu grubundan siklodien insektisitlerin hedef bölgesi γ-amino bütirik asit (GABA) reseptörleridir. GABA reseptör proteinlerini kodlayan genlerde meydana gelen bir nokta mutasyon nedeniyle, amino asitlerde değişim olmaktadır. Böylece GABA reseptörleri insektisite duyarsızlaşmakta ve direnç gelişmektedir (11, 13-16). Bazı böceklerde Cry proteinlerine (crystal delta-endotoxins) karşı direnç gelişmesinin başlıca mekanizması, bu toksinlerin hedef bölgelerine bağlanmalarındaki azalmadır. *Bacillus thuringiensis* toksinlerine dirençli böceklerde, δ-endotoksinlerin hedef bölgesi olan orta bağırsak membranında bulunan reseptörlerde mutasyon sonucu meydana gelen değişiklikler, reseptörlerin toksinlere affinitesini azaltmakta ve direnç gelişmesine yol açmaktadır (14, 15).

2.3. Penetrasyonun azalması (kütikular direnç)

Kalıtsal bir mekanizma sayesinde insektisitlerin veya toksinlerin böcek vücuduna girişi veya penetrasyonun engellenebilmesi veya azaltılabilmesiyle sağlanabilmektedir. Böylece böcek vücuduna insektisit daha az girmekte veya insektisitin girişi gecikmektedir. Bu durum insektisitin böcek vücudunda hedef bölgesine ulaşmadan önce, detoksifikasyon enzimleri tarafından metabolize edebilmesi veya vücuttan atılabilmesi için daha uzun bir süre sağlamaktadır (11). Dirençli bazı böcek soylarında böceğin kütikulası veya sindirim sistemindeki örtüler (peritrofik membran gibi) insektisitlerin böcek vücuduna absorb-siyonu veya penetrasyonunu azaltabilmekte veya engelleyebilmektedir (8, 9). Böcek kütikulasında bulunan ve insektisitleri bağlayan protein veya lipit kaynakları, çeşitli indirgeyici enzimler, kütikulanın kalınlığı, sertliği, yoğunluğu ve geçirgenliği gibi özellikleri bu direncin oluşmasında rol almaktadır (15). Penetrasyon direnci genellikle yalnız başına olduğunda insektisitlere karşı böceklerde düşük düzeyde koruma sağlarken, metabolik direnç gibi diğer mekanizmalarla birlikte olduğunda dirence güçlü bir katkı sağlamaktadır. Penetrasyonun azalması şeklindeki mekanizma, doğası gereği insektisitlerin geniş bir aralığına karşı koruma sağlayabilmektedir (12).

2.4. Davranışsal direnç

Böceğin kendisinin veya yavrularının hayatta kalma şansını arttıracak şekilde, bir insektisitten kaçınmak için yaptığı herhangi bir davranış olarak tanımlanabilir (11). Böceğin beslenme, solunum, dinlenme, yumurtlama alanı seçimi vb. aktiviteleri sırasında insektisit varlığını tespit ederek; beslenmeyi durdurması, solunum deliklerini (stigmalarını) kapatması, insektisit uygulanmış yüzeye konmaması, temas etmemesi veya ortamdan uzaklaşması ve yumurtlamaktan kaçınması gibi davranış değişikliğine gitmesi kendisinin veya yavru döllerinin insektisite maruziyetini azaltabilmektedir (11, 12, 15). Davranışsal direnç, fizyolojik direnç mekanizmaları ile aynı öneme sahip olmasa da, bir insektisitin letal dozundan kaçınmaya katkıda bulunan bir faktör olduğu düşünülmektedir (12).

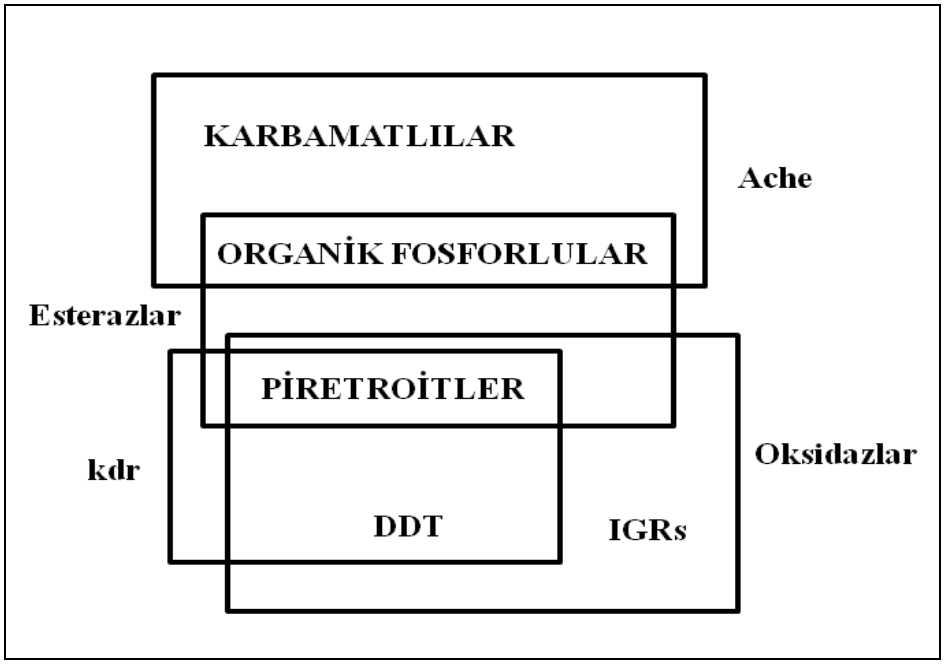
Çapraz direnç; belirli bir insektisite karşı dirençli bir böceğin, aynı sınıftaki diğer insektisitlere veya etki mekanizması aynı olan farklı sınıftan insektisitlere karşı dirençli olmasıdır. Çapraz dirençle ilgili en iyi bilinen örnek DDT'ye karşı dirençli böcek popülasyonlarının piretroitlere karşı da dirençli olmasıdır. Normalde DDT ve piretroitler kimyasal yapıları bakımından farklı grupta bulunan insektisitlerdir. Ancak her ikisinin de hedef bölgesi voltaja duyarlı sodyum kanallarıdır. Geçmişte DDT kullanılan bir bölgede *kdr* mutasyonu sonucu voltaja bağlı sodyum kanallarında meydana gelen bir değişiklik nedeniyle DDT'ye direnç kazanmış bir böcek popülasyonu, aynı hedef bölgeye etki eden piretroitlere karşı da direnç kazanabilmektedir. Değişmiş asetilkolinesterazdan kaynaklı direnç gelişmesi durumunda OP ve karbamatlı insektisitler arasında da çapraz direnç görülebilmektedir (8).

Çapraz direncin ortaya çıkmasında üç mekanizma rol oynamaktadır. Bunlar; spesifik bir molekülden ziyade, insektisitlerin fonksiyonel gruplarına atak yapan Sitokrom P450 monooksigenaz gibi non-spesifik enzimler; insektisitin hedef bölgesine bağlanma duyarlılığını azaltabilecek şekilde, hedef bölgede meydana gelen bir mutasyon ve kimyasal olarak birbiriyle ilgisi olmayan bileşikleri etkileyebilen, geciktirilmiş kütikular penetrasyon gibi fiziksel bir faktördür (15). Yaygın olarak kullanılan insektisit sınıfları arasında görülen çapraz direnç ilişkisi Şekil 1'de gösterilmiştir.

2.5. Çoklu (multiple) direnç

Birkaç farklı direnç mekanizmasının aynı anda bulunması durumunda görülmektedir (8, 9). Böcek popülasyonu iki veya daha fazla, farklı sınıftan insektisite maruz kaldığında çoklu direnç meydana gelebilmektedir. Bu

durum genellikle, farklı insektisitlerin dönüşümlü olarak birbirinin yerine kullanılması sebebiyle, böcek popülasyonunda meydana gelen ardışık seçilimden kaynaklanmaktadır (15).



Şekil 1. Yaygın olarak kullanılan insektisit sınıfları arasındaki çapraz direnç ilişkisi (13). Ache: Asetilkolinesteraz, DDT: Dikloro difenil trikloroethan, IGRs: Insect Growth Regulators (Böcek Gelişim Düzenleyiciler), kdr: Knock-down resistance (knock-down direnci)

3. TÜRKİYE'DE VEKTÖRLERDE İNSEKTİSİTLERE DİRENÇ KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Ülkemizde vektör canlıların, mücadelede kullanılan çeşitli insektisitlere karşı direnç seviyelerini gösteren az sayıda çalışma bulunmaktadır. İnsektisit direnci ile ilgili bu çalışmalar daha çok sivrisinek ve ev sineği gibi vektörlere yönelik yapılmıştır. Bu çalışmalarda farklı sınıflardan insektisitlere karşı vektörlerde değişen oranlarda direnç saptanmıştır. Yapılan bu çalışmalara ait özet bilgiler Tablo 1'de gösterilmiştir (4, 17-32).

Tablo 1. Türkiye'de vektörlerde insektisitlere direnç konusunda yapılmış bazı çalışmalar

Yazar(lar) ve Yayın Yılı	**Hedef Canlı ve Türü**	**Test Edilen İnsektisitler**	**Örnekleme Alanı**
Kasap vd. (2000) (17)	Sivrisinek *Anopheles sacharovi*	DDT, dieldrin, malathion, fenitrothion, pirimiphos-methyl, bendiocarb, propoxur, deltamethrin, permethrin, λ-cyhalothrin, cyfluthrine, etofenprox	Adana, Adıyaman, Antalya, Aydın, Muğla
Lüleyap ve Kasap (2000) (18)	Sivrisinek *A. sacharovi*	DDT, malathion, propoxur, deltamethrin, permethrin	Adana
Akıner vd. (2009) (19)	Sivrisinek *Culex pipiens*	Bti, Bs, fenthion, temephos, DDT, permethrin, deltamethrin, malathion	Ankara, Antalya, Çankırı, Hatay, Mersin, Şanlıurfa
Akıner vd. (2013) (20)	Sivrisinek *A. maculupennis*	DDT, permethrin, deltamethrin, malathion	Edirne, Kırklareli
Akıner ve Ekşi (2015) (21)	Sivrisinek *C. pipiens*	DDT, permethrin, deltamethrin, malathion	Adana, Antalya, Mersin
Taşkın vd. (2016) (22)	Sivrisinek *C. pipiens*	DDT, dieldrin, malathion, bendiocarb, deltamethrin, permethrine	Aydın, Balıkesir, Çanakkale, Denizli, İzmir, Muğla
Şişli vd. (1983) (23)	Ev sineği *Musca domestica*	Malathion, fenitrothion, propoxur	Ankara
Yamanel ve Çakır (2004) (4)	Ev sineği *M. domestica*	Diazinon, metil parathion	Ankara, Antakya, Denizli, Giresun, Kastamonu, Kırıkkale, Kırşehir, Malatya, Samsun, Rize, Trabzon
Akıner ve Çağlar (2006) (24)	Ev sineği *M. domestica*	Cypermethrin, cyphenothrin, deltamethrin, permethrin, fenitrothion	Adana, Ankara, Antalya, İstanbul, İzmir, Şanlıurfa
Çakır vd. (2008) (25)	Ev sineği *M. domestica*	Cypermethrin, deltamethrin, permethrin	Adana, Ankara, İstanbul, İzmir
Çetin vd. (2009) (26)	Ev sineği *M. domestica*	Diflubenzuron, methoprene, novaluron, pyriproxyfen, triflumuron	Antalya
Memmi (2010) (27)	Ev sineği *M. domestica*	Imidacloprid, methomyl	Ankara, Antalya, İzmir

Akıner ve Çağlar (2012) (28)	Ev sineği *M. domestica*	Cypermethrin, cyphenothrin, deltamethrin, permethrin, fenitrothion	Adana, Ankara, Antalya, İstanbul, İzmir, Şanlıurfa
Garrett vd. (1968) (29)	Hamamböceği *Blattella germanica* *Periplaneta americana* Tahtakurusu *Cimex lectularius*	Diazinon, malathion, dieldirin	İzmir
Erdoğan ve Koçak (1989) (30)	Hamamböceği *B. germanica*	Sumithion, tetramethrin	Ankara
Karakuş vd (2016) (31)	Kum sineği Doğadan toplanan *Phlebotomus* ve *Sergentomyia* türleri	Deltamethrin, permethrin	Adana
Karakuş vd (2017) (32)	Kum sineği Doğadan toplanan *Phlebotomus* ve *Sergentomyia* türleri	Deltamethrin, permethrin	Aydın, Muğla

Bs: *Bacillus sphaericus*, Bti: *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*,
DDT: Dikloro difenil trikloroethan

4. DİRENÇ OLUŞUMUNU ÖNLEMEYE/GECİKTİRMEYE YÖNELİK YAPILMASI GEREKENLER

Vektörlerde pestisitlere karşı direnç gelişimini önlemek veya geciktirmek amacıyla; fiziksel, kültürel ve biyolojik mücadele yöntemlerine ağırlık verilerek, kimyasal kullanımının minimum düzeyde tutulduğu entegre mücadele programları uygulanmalıdır (6, 33). Eğer kimyasal kullanımına ihtiyaç duyuluyorsa; seçici toksisitesi yüksek, hedef dışı canlılara toksisitesi düşük, doğada kalıcılığı daha az olan ve hedef canlıda direnç gelişmemiş ürünler tercih edilmeli ve bu ürünler etiketlerinde belirtilen dozlarda kullanılmalıdır. Ayrıca mücadelede kullanılan ürünlere karşı hedef canlıda direnç gelişip gelişmediği takip edilmeli ve insektisit direnç haritaları çıkartılmalıdır (34). İnsektisit direnci bir ülke içindeki bölgeler, iller, ilçeler hatta daha küçük lokaliteler arasında bile farklılık gösterebilmektedir. İnsektisit direnci ile ilgili yapılacak araştırmalarda çalışma alanının iklimsel

özellikleri, yüksekliği, bitki örtüsü, yüz ölçümü, sosyoekonomik yapısı, tarım ve hayvancılık faaliyetleri, bu alanda uygulanan pestisitler, uygulama sıklıkları ve dozları gibi birçok değişken dikkate alınmalı ve yeterli sayıda lokaliteden toplanan örneklerle araştırma yapılmalıdır. Erdoğan'ın (2017) yaptığı çalışmada ülkemiz örtü altı tarımında önemli bir yere sahip olan Antalya ilinin Kumluca ilçesinde tarımsal alanlara yakın bölgelerden toplanan ev sineklerinde, tarımsal alanlardan uzak bölgelerden toplanan ev sineklerine oranla daha yüksek seviyelerde insektisit direnci olduğu tespit edilmiştir (35). Bu ve benzeri çalışmalar bir ili temsilen sadece bir lokaliteden yapılan örneklemenin tüm ili temsil etmeyeceğini göstermektedir (18, 26, 35).

Pestisit uygulamaları geniş alanlar yerine, vektörlerin yoğun olarak bulunduğu daha sınırlı alanlarda yapılmalıdır (3, 34). Vektör mücadelesinde ergin ve ergin öncesi evrelerle eş zamanlı olarak mücadele edilmelidir. Hedef canlının farklı yaşam evreleri için farklı sınıflardan, farklı etki mekanizmasına sahip ürünler kullanılmalıdır (36). Yine birbirine komşu bölgelerde etki mekanizması ve sınıfı farklı ürünler kullanılarak mozaik bir yaklaşımla uygulama yapılması faydalı olabilmektedir (2, 36). Mücadele sırasında değişik etki mekanizmasına sahip, uygun formülasyonlardaki ürünler birbirleriyle karıştırılarak kullanılabilir. Ancak karışım hazırlanırken, pestisitlerin birbirlerinin etkilerini azaltmayacak, hedef dışı canlılar üzerinde daha yüksek toksik etki ve herhangi bir güvenlik sorunu oluşturmayacak özelliklerde olmasına dikkat edilmelidir (2). Bunlara ilaveten aynı ürünlerin belirli bölgelerde uzun süre kullanılmaması, bunun yerine ürünlerin dönüşümlü olarak kullanılması fayda sağlayacaktır (1-3, 15, 36). Ayrıca mücadelede kullanılan ürünlere alternatif olarak bitkisel, mikrobiyal, sentetik vb. kökenli farklı etki mekanizmasına sahip, daha etkin ve çevre dostu yeni ürünlerin geliştirilmesi de vektörlerin pestisitlere direnç kazanmasını önlemeye veya geciktirmeye katkı sağlayacaktır (15, 34, 37).

Ürünlere etkinliklerini arttıracak sinerjistik maddeler ilave edilmesi böceklerin insektisitlere duyarlılığını arttırmaktadır (3, 15). Sinerjistler, yalnız başına uygulandığında insektisidal aktiviteye sahip olmayan, ancak belirli bir sınıftan insektisitle karıştırılıp, uygulandığında böcek vücudunda bu insektisitin detoksifikasyonunu gerçekleştiren enzimi inhibe ederek insektisitin etkisini arttıran bileşiklerdir (38). Sinerjistler arasında oksidaz aktivitesini inhibe eden Piperonyl butoxide (PBO), esteraz aktivitesini inhibe eden S.S.S-tributlyphosphorotrithioate (DEF) ve glutatyon-S-transferaz aktivitesini inhibe eden Ethacrynic acid (EA), diethyl maleate

(DM) ve chlorfenethol (CF) gibi maddeler bulunmaktadır (39). Ülkemizde halk sağlığı alanında kullanılan insektisit formülasyonları içinde sinerjist madde olarak PBO kullanılmaktadır. Ancak formülasyonlarda kullanılacak sinerjist oranları ile ilgili herhangi bir standart bulunmamaktadır. Akıner ve Ekşi'nin (2015) yaptığı çalışmada; Adana, Antalya ve Mersin illerinden toplanan *Culex pipiens* Linnaeus, 1758 kompleks sivrisinek popülasyonları üzerinde DDT, malathion, permethrin ve deltamethrin insektisitlerinin PBO ve DEF gibi sinerjistlerle birlikte kullanımı sonucunda elde edilen ölüm oranlarının, insektisitlerin tek başına kullanıldıklarında elde edilen ölüm oranlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca PBO'nun sinerjistik etkisinin DDT ve piretroit grubu insektisitler için DEF'ten daha yüksek olduğu ancak malathion ile birlikte uygulandığında DEF'in sinerjistik etkisinden daha düşük olduğu belirlenmiştir (21).

Çakır ve arkadaşlarının (2008) yaptığı çalışmada DSÖ duyarlı popülasyonu ile Adana, Ankara, İstanbul ve İzmir illerinde araziden toplanan ev sineği (*M. domestica*) popülasyonları üzerinde cypermethrin, deltamethrin ve permethrin insektisitlerinin hem tek başlarına hem de sinerjist olarak PBO ve düşürücü olarak tetramethrin ile kombine kullanıldıklarındaki etkileri araştırılmıştır. Her üç insektisitin PBO ve PBO-tetramethrin ile kombine kullanımlarından elde edilen knock-down ve ölüm oranlarının, insektisitlerin tek başlarına kullanımlarından elde edilen oranlardan daha yüksek olduğu belirlen-miştir. PBO'nun güçlü sinerjistik etkisi sayesinde test edilen üç insektisit, tüm popülasyonlar üzerinde %100 oranında knock-down ve ölüme yol açmıştır. Araştırmacılar elde ettikleri bulgulara göre, PBO ve PBO-tetramethrin kombinsayonlarının sentetik piretroitlere karşı ev sineği popülasyonlarında direnç gelişimini azaltabileceğini belirtmişlerdir (25). Koçak ve arkadaşlarının (2015) yaptığı çalışmada DSÖ duyarlı popülasyonu ile Ankara, Antalya, Gaziantep ve Şanlıurfa illerinden toplanarak kültüre alınmış ev sineği popülasyonları üzerine deltamethrin, permethrin ve cypermethrin aktif maddeleri ile farklı oranlardaki PBO karışımlarının etkileri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre PBO'nun değişik oranlarda aktif içeriğe katılması, kullanılan orana bağlı olarak knock-down ve ölüm oranlarında artışa yol açmıştır. Ancak bazı popülasyonlarda sinerjist katkısının da yeterli olmadığı görülmüştür. Bu nedenle direnç testlerinin yanı sıra kullanılacak formülasyonların yöresel biyolojik etkinlik testlerinin de yapılması gerektiğini ileri sürmüşlerdir (40).

5. KAYNAKLAR

1. Karaağaç SU. Insecticide Resistance. Perveen F, editor. Insecticides–Advances in Integrated Pest Management. Rijeka: In Tech; 2011. p. 469-478.
2. Corbel V, N'Guessan R. Distribution, Mechanisms, Impact and Management of Insecticide Resistance in Malaria Vectors: A Pragmatic Review. Manguin S, editor. *Anopheles* mosquitoes - New insights into malaria vectors. Rijeka: InTech; 2013. p. 579-633.
3. Çakır Ş, Yamanel Ş. Böceklerde İnsektisidlere Direnç. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi, 2005; 6 (1): 21-29.
4. Yamanel Ş, Çakır Ş. Türkiye'nin Bazı Karasinek (*Musca domestica* L.) Populasyonlarında Organofosfatlı İnsektisidlerden Metil Paration ve Diazinona Karşı Gelişmiş Direnç. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 2004; 28 (4): 210-214.
5. Yorulmaz S, Ay R. Akar ve Böceklerde Pestisitlerin Detoksifikasyonunda Rol Oynayan Enzimler. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2010; 24 (2): 137-148.
6. Demiröz DA. Böcekler Neden Direnç Kazanıyor? ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2015; 3 (2): 91-99.
7. Nauen R. Perspective Insecticide resistance in disease vectors of public health importance. Pest Managment Science, 2007; 63: 628–633.
8. Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). Prevention and Management of Insecticide Resistance in Vectors of Public Health Importance. Second Edition. 2011. Http://www.irac-online.org/content/uploads/VM-layout-v2.6_LR.pdf.
9. Ranson H, N'guessan R, Lines J, Moiroux N, Nkuni Z, Corbel V. Pyrethroid resistance in African anopheline mosquitoes: what are the implications for malaria control? Trends in Parasitology, 2011; 27 (2): 91-98.
10. Tiryaki O, Canhilal R, Horuz S. Tarım İlaçları Kullanımı ve Riskleri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2010; 26 (2): 154-169.
11. Pittendrigh BR, Margam VM, Walters KRJr, Steele LD, Olds BP, Sun L, Huesing J, Lee SH, Clark JM. Understanding Resistance and Induced Responses of Insects to Xenobiotics and Insecticides in the Age of "Omics" and Systems Biology. Onstad DW, editor. Insect Resistance Management, Biology, Economics, and Prediction. Second Edition. Amsterdam: Academic Press (Elsevier); 2014. p. 55-98.
12. Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). Resistance Management for Sustainable Agriculture and Improved Public Health. 2007. Https://croplife.org/wp-content/uploads/pdf_files/IRAC-Resistant-Management-for-Sustainable-Agriculture-and-proved-Public-Health.pdf.
13. Brogdon WG, Mcallister JC. Insecticide Resistance and Vector Control. Emerging Infectious Diseases, 1998; 4 (4): 605-613.
14. Hollingworth RM, Dong K. The Biochemical and Molecular Genetic Basis of Resistance to Pesticides in Arthropods. Whalon ME, Mota-Sanchez D, Hollingworth RM, editors. Global Pesticide Resistance In Arthropods. Trowbridge; Cromwell Press (CABI): 2008. p. 40-89.
15. Yu SJ. 2008. The Toxicology and Biochemistry of Insecticides. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group; 2008.

16. Paine MJI, Brooke B. Insecticide Resistance and Its Impact on Vector Control. Horowitz AR, Ishaaya I, editors. Advances in Insect Control and Resistance Management. Springer: 2016. p. 287-12.
17. Kasap H, Kasap M, Alptekin D, Lüleyap U. Herath PRJ. Insecticide resistance in *Anopheles sacharovi* Favre in southern Turkey. Bulletin of the World Health Organization, 2000; 78 (5): 687-692.
18. Lüleyap Ü, Kasap H. Sıtma Vektörü *Anopheles sacharovi*'de Fizyolojik İnsektisit Direnci. Turk J Biol, 2000; 24: 437–460.
19. Akiner MM, Simsek FM, Caglar SS. Insecticide resistance of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in Turkey. Journal of Pesticide Science, 2009; 34 (4): 259-264.
20. Akiner MM, Caglar SS, Simsek FM. Yearly changes of insecticide susceptiblity and possible insecticide resistance mechanisms of *Anopheles maculipennis* Meigen (Diptera: Culicidae) in Turkey. Acta Tropica, 2013; 126: 280-285.
21. Akiner MM, Ekşi E. Evaluation of insecticide resistance and biochemical mechanisms of *Culex pipiens* L. in four localities of east and middle mediterranean basin in Turkey. International Journal of Mosquito Research, 2015; 2 (3): 39-44.
22. Taskın BG, Dogaroglu T, Kılıc S, Dogac E, Taskın V. Seasonal dynamics of insecticide resistance, multiple resistance, and morphometric variation in field populations of *Culex pipiens*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2016; 129: 14–27.
23. Şişli MN, Boşgelmez A, Koçak O, Porsuk H. The effect of malathion, fenitrothion and propoxur on the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) populations. Mikrobiyoloji Bülteni, 1983; 17 (1): 49-62.
24. Akiner MM, Caglar SS. The status and seasonal changes of organophosphate and pyrethroid resistance in Turkish populations of the house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). Journal of Vector Ecology, 2006; 31 (2): 426–432.
25. Cakir G, Yavuz O, Kocak O. Effects of piperonyl butoxide and tetramethrin combinations on biological activities of selected synthetic pyrethroid insecticides against different housefly (*Musca domestica* L., Diptera: Muscidae) populations. Acta Veterinaria Brno, 2008; 77 (3): 467–474.
26. Cetin H, Erler F, Yanikoglu A. Survey of insect growth regulator (IGR) resistance in house flies (*Musca domestica* L.) from southwestern Turkey. Journal of Vector Ecology, 2009; 34 (2): 329-337.
27. Memmi BK. Mortality and knockdown effects of imidacloprid and methomyl in house fly (*Musca domestica* L., Diptera: Muscidae) populations. Journal of Vector Ecology, 2010; 35 (1): 144-148.
28. Akiner MM, Caglar SS. Monitoring of five different insecticide resistance status in Turkish house fly *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) populations and the relationship between resistance and insecticide usage profile. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 2012; 36 (2): 87–91.
29. Garrett DA, Agee JS, Gremminger ER, Morgan WE. Resistance levels of İzmir, Turkey bedbugs and cockroaches to insecticides 1966-67. Ft. Belvoir Defense Technical Information Center, Professional report, No: 68-7, 1968.
30. Erdoğan A, Koçak O. Hamamböceği, *Blattella germanica* (L), popülasyonlarında nimf süresi ve ergin ömür uzunluğu ile ilgili araştırmalar. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1989; 4: 235-238.

31. Karakuş M, Sarıkaya Y, Oğuz G, Doğan M, Ergan G, Günay F, Erişöz-Kasap Ö, Özbel Y, Alten B. Assessment of diagnostic doses for widely used synthetic pyrethroids (Deltamethrin & Permethrin) in an endemic focus of leishmaniasis in Turkey. Parasites and Vectors, 2016; 9: 526.
32. Karakus M, Gocmen B, Özbel Y. Insecticide Susceptibility Status of Wild-Caught Sand Fly Populations Collected from Two Leishmaniasis Endemic Areas in Western Turkey. Journal of Arthropod-Borne Diseases, 2017; 11 (1): 86–94.
33. Ser Ö, Çetin H. Pestisitlerin Vektör Mücadelesinde Kullanımları. Turkiye Klinikleri J Vet Sci Pharmacol Toxicol-Special Topics, 2016; 2 (2): 26-34.
34. Babayiğit MA, Tekbaş ÖF, Çetin H. Zararlılarla Mücadelede Kullanılan Pestisitlerin Halk Sağlığına Etkileri ve Korumaya Yönelik Önlemler. TAF Preventive Medicine Bulletin, 2014; 13 (5): 405-412.
35. Erdoğan G. Antalya ili Kumluca ilçesinde, ev sineği (*Musca domestica* L.) popülasyonlarında deltamethrin'e karşı direnç seviyelerinin araştırılması. Yüksek Lisan Tezi, Antalya, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 2017, 60 sayfa.
36. World Health Organization (WHO). Monitoring and managing insecticide resistance in *Aedes* mosquito populations, Interim guidance for entomologists. Geneva: WHO Press; 2016.
37. Poopathi S, Abidha S. Mosquitocidal bacterial toxins (*Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* serovar *israelensis*): mode of action, cytopathological effects and mechanism of resistance. Journal of Physiology and Pathophysiology, 2010; 1 (3): 22-38.
38. World Health Organization (WHO). Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. Second edition. Geneva: WHO Press; 2016.
39. Brogdon WG, Chan A. Guideline for Evaluating Insecticide Resistance in Vectors Using the CDC Bottle Bioassay. Http://www.cdc.gov/malaria/resources/pdf/fsp/ir_manual/ir_cdc_bioassay_en.pdf
40. Koçak O, Çetin H, Öz E, Koç S, Polat Y, Arıkan K. Ev Sineklerine (*Musca domestica* L.) Karşı Kullanılan Bazı İnsektisitlerin Etkinliğine Piperonyl Butoxide Karışım Oranlarının Katkısı. 2. Ulusal Biyosidal Kongresi; Kasım, 9-13; İzmir-Türkiye: 2015, ss 97.

BÖLÜM 16

VEKTÖR MÜCADELESİNDE KULLANILAN YÖNTEM ve EKİPMANLAR

Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN

Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya

1. GİRİŞ

Vektör mücadelesinde biyosidal ürünlerin uygulanmasında kullanılan cihazlar ürünlerin formülasyon tipi, uygulama yapılacak alanın büyüklüğü, alanın ulaşılabilirliği, vektörün habitat özellikleri, vektörün biyolojisi-yaşam evresi ve maliyet analizlerine göre değişebilmektedir. Tüm cihaz ve ekipmanlar hava basınca, korozyona, yüksek sıcaklığa ve UV ışınlarına dayanıklı olmalıdır. Sprey şeklinde uygulanan ürünlerin vektörler üzerindeki etkisi üzerinde cihazların püskürttükleri damlacıkların büyüklüğü (çapı) önemlidir. Cihazların püskürttükleri damlacıkların aynı (eş) büyüklüklerde olması, granül ve tablet

atıcılarda standart miktarda ürün atılması-uygulanması gerekir. Kullandığımız herhangi bir cihazın püskürttüğü damlacıkların tamamının çaplarının büyüklüğünün aynı olması istenmesine rağmen, iyi kalibre edilmiş cihazlarda bile bu değer hiçbir zaman % 100'e ulaşamaz.

Damlacık çaplarını büyüklüğü kullanılan cihaz ve metoda göre değişmektedir. Damlacıkların bir süre havada askıda kalabilmesi için 30 μm'den küçük olmaları gerekir. Sivrisinek gibi birçok vektör türün açık alanlarda mücadelesinde kullanılan ideal damlacık çapı 10-15 μm (mikrometre-mikron) aralığındadır. Larvasit uygulamalarında ve rezidüel ürün uygulamalarında ise kullanılan püskürtme memelerinin damlacık çapı 50-200 μm'den büyük olmalıdır (1, 2). Biyosidal ürün uygulayan cihazlardan çıkan damlacıkların büyüklüğüne göre uygulama sis, mist ve aerosol gibi isimler almaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Uygulamalar ve damlacıkların büyüklerine göre isimlendirilmesi

Damlacık büyüklüğü	**Uygulama**
400 mikron veya daha fazla büyüklükte	Kaba sprey
100-400 mikron çapı arasında	İnce ve orta sprey
50-100 mikron çapında	Mist (pus veya karartı)
0.01-50 mikron çapları arasında	Aerosol veya sis

Dünya Sağlık Örgütü tarafından hazırlanan yayınlarda farklı büyüklükteki damlacıkların havada yerçekimine karşı koyma ve askıda kalma süreleri farklılık göstermektedir. Örneğin 10 mikron çapındaki bir damlacık teorik olarak havada 56 dakika; 20 mikron çapındaki bir damlacık 14 dakika askıda kalabilmektedir (3) (Tablo 2).

Tablo 2. Bazı damlacık çaplarının askıda kalma süreleri (3)

Damlacık çapı (mikrometre)	**Düşme süresi (10 metrede)**
1	93.7 saat
5	3.7 saat
10	56 dakika
20	14 dakika
50	135 saniye
100	36 saniye

2. YÖNTEM VE CIHAZLAR

2.1. Sicak Sisleme Yöntemi ve Cihazi (Termal Sisleme Cihazi-Termal Fog)

Mazot vb. yağ bazlı maddelerle seyreltilen insektisit karışımı sıcak sisleme cihazının ağız kısmına yakın bölgede yaklaşık 550 ^{0}C sıcaklıktan aniden yaklaşık 60 ^{0}C'deki sıcaklığa maruz kalarak sis haline geçmektedir. Sıcak sisleme cihazların ürettiği damlacıkların büyüklüğü genellikle 20 µm'den küçüktür (genellikle 10-25 µm arasındadır). Ülkemizde açık alanlarda kullanımı Sağlık Bakanlığı tarafından yasaklanan sıcak sisleme uygulamalarına sadece sınırlı alanlarda izin verilmektedir. Kanalizasyon sistemleri, rögarlar, yağmur suyu kanalları ve foseptikler gibi alanlarda sivrisinekler ve hamamböceği gibi vektörlere karşı kullanılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Rögar ve kanalizasyon sistemi gibi alanlarda yapılan sıcak sisleme çalışmaları

Kapalı alanlarda oldukça etkili bir uygulama olmasına rağmen, kullanılan mazotun yüksek maliyeti olması yanı sıra hedef dışı canlılara da oldukça zararlı etkileri bulunmaktadır. Ayrıca sıcak sisleme cihazının kullanıldığı alanlarda metan gazı sıkışmalarından kaynaklanan alevlenme ve patlamalar olabilir. Bu nedenle cihazın tam olarak çalıştığından ve ucundan alev çıkmadığından emin olduktan sonra sisleme yapılmalıdır. Otoyollarda yağmur suyu kanallarına yapılan uygulamalarda ortaya çıkan duman trafik kazalarının olmasına neden olabilir. Trafik kazalarının oluşmasını engelleyecek ve trafiği engellemeyecek tedbirlerin alınması gerekmektedir. Damlacıklarının küçük olması biyosidal ürününün düşük rüzgâr şiddetinde dahi uygulama yapılan alandan kısa sürede uzaklaşmasına neden olabilir.

El tipi sisleme cihazları biyosidal ürünle doldurulduklarında yaklaşık 15-20 kg ağırlığa ulaşmaktadır. Araç üzerinde taşınan bazı modellerinin sisleme amacıyla kapalı kanal ve rögarlarda kullanıldığı görülmektedir.

2.2. Soğuk Sisleme Yöntemi ve Cihazı (Ulv-Ultra Low Volume)

Ülkemizde açık alanlarda ergin sivrisinek, ev sineği ve kum sineği mücadelesinde özellikle belediyeler tarafından en çok kullanılan yöntemdir. Çok düşük hacimli (Ultra Low Volume-ULV) uygulama olarak bilinir. Biyosidal ürünler su ile seyreltilir, yüksek basınçla püskürtülürken hızlı dönen türbünlere çarpma ile memelerden ortalama 8-20 μm (bazı yayınlarda 1-50 μm belirtilmektedir) çaplı damlacıklar oluşur. Uygulama için en ideal rüzgâr hızı 1-5 m/sn'dir. Sisleme yapan aracın hızının 10-15 km/saat'ten fazla olmamasına, uygulamanın haşerelerin aktif olduğu saatlerde yapılmasına, rüzgâr hızının yüksek (15 m/sn üstünde) ve havanın yağmurlu olduğu zamanlarda uygulama yapılmamasına dikkat edilmelidir.

Araç üstü ULV cihazlarının kapasiteleri yaklaşık 50-60 litre kadardır. Biyosidal ürün ve su karışımı genellikle 0,5-5 litre ürün/hektara püskürtülecek şekilde cihaz ayarlanır. El tipi soğuk sisleme cihazları yaklaşık 5 litre karışım kapasitelidir ve elektrikli ve benzinli motora sahiptir. Kapalı alanlarda birçok vektöre karşı uygulama açısından kolaylık sağlarlar. Soğuk sisleme uygulamaları genel olarak 15 ile 35 derece arasındaki sıcaklılarda yapılır. Daha yüksek ve düşük sıcaklıklarda uygulama yapılmaması önerilmektedir (4, 5). El tipi ULV cihazları doğrudan vektörün bulunduğu bölgelerde kullanılabilmesi araç üstü ULV cihazlarına göre bir avantajdır (6).

2.3. Pulverizatör (Sirt veya El Pompası)

Pulverizatörler vektör kontrol çalışmalarında en çok kullanılan cihazlardır ve uygulayıcılar tarafından genellikle pompa olarak isimlendirilir. El tipi ve sırt tipi olanlar ergin vektörlere karşı rezidüel ürün uygulamalarında ve larvalara

karşı larvasit ürün uygulanmalarında kullanılmaktadır. El tipi olanlar birkaç litre, sırt tipi olanlar ortalama 10-20 litre kapasitelidir (Şekil 3). Pulverizatör üzerinde hacimsel olarak yaklaşık 0,5-2 litre ölçülerinde dereceler bulunmaktadır. Kullanılacak karışım miktarı bu derecelere bakılarak ayarlanabilmektedir. Pülverizatörlerin mekanik ve motorlu farklı tipleri bulunmaktadır. Uygulama şekli biyosidal ürünün basınçlı bir tank içerisinde belirli ölçüde su ile karıştırılması ve hava ile sıkıştırılarak püskürtülmesi esasına dayanmaktadır.

Pulverizatörlerin temizliğine dikkat edilmesi, meme uçlarının temiz tutulması, temiz su kullanılması, hava basıncının kontrol edilerek uygulama yapılması gerekmektedir. Bu tür cihazlarda insektisit karışımı hazırlanırken uygulamaya yetecek miktarda hazırlanması, fazla karışım hazırlanmaması ve karışımların pülverizatörlerde bekletilmemesi önerilmektedir. Ülkemizde gerek plastik gerekse metal alaşımlardan yapılmış tipleri bulunmakla birlikte, plastik ürünlerin çabuk yıpranması, delinmesi vb gerekçelerle kullanım ömürleri daha kısadır.



Şekil 2. Araç üstü ve el tipi cihazlarla yapılan soğuk sisleme çalışmaları

2.4. Mist-Blowers

Mist blower cihazları yüzlerce litre (300-400 litre) kapasiteye sahip cihazlar olup sırt pülverizatörleri ile müdahale edilemeyecek kadar büyük alanlarda kısa sürede uygulama yapılmasına olanak sağlarlar. Spreylerinde damlacık çapları 50-100 mikron arasındadır. Cihazının üst kısmında bulunan hareketli püskürtme başlığı sürücü tarafından araç içerisinde uzaktan kumanda edilerek araç hareket halinde iken çöp konteynırları, gübrelikler gibi alanlarda geniş alanlara rahatlıkla müdahale imkânı tanımaktadır (Şekil 4). Ev sineği-karasinek

ve sivrisinek larvalarına karşı geniş alanlarda yapılan çalışmalarda, uzun hortum sistemleri ve püskürme gücü (15-20 metre) yardımıyla uzak mesafelere müdahale olanağı sağlamaktadır. İhtiyaç duyulduğunda ergin böceklere karşı yapılan rezidüel ürünlerin uygulanmasında kullanılmaktadır. Cihaz başlığında kullanılan memeler değiştirilerek/eklenerek ULV yapma olanağı da olmaktadır.



Şekil 3. Sırt tipi ve el tipi pulverizatörler ile yapılan biyosidal ürün uygulamaları

2.5. Motorlu Sirt Atomizörü

Kapalı ve açık alanlarda ev sineği-karasinek, pire ve hamamböceği gibi vektör türlerin mücadelesinde kullanılan sırtta taşınabilen cihazlardır (Şekil 5). Granül, toz veya sıvı ürün atımına uygun aparatlar bulundurabilmektedir. Boş ağırlıkları 10-15 kg olan bu cihazlar biyosidal ürünlerle birlikte yaklaşık 30 kg ağırlığa ulaşabilmektedir. Çöplük alanlar, gübrelikler, ahırlar, sığınaklar, park ve bahçeler gibi ortamlarda rahat kullanım olanakları vardır. Bazı atomizör başlıklarına ULV başlığı da takılabilmektedir.



Şekil 4. Mist blower cihazları ve biyosidal ürün uygulamaları



Şekil 5. Sırt tipi atomizör cihazı ve biyosidal ürün uygulaması

Cihazları kullanırken dikkat edilmesi gereken diğer bazı hususlar

1. Vektör mücadelesinde kullanılan cihazlar insan sağlığı açısından risk oluşturabilecek düzeyde ses üretebilirler. Bu sebeple 85 desibeli aşan değerlerde ses oluşturan cihazlar kullanılırken koruyucu ekipman kullanılmalıdır.

2. Tüm cihazlar kullanılırken iş güvenliği kurallarına uygun maske, eldiven, koruyucu gözlük, tulum, kapalı ayakkabı vb. ekipman kullanılmalıdır.
3. Cihazlar hiçbir zaman depo kapasitelerinin %90'nından fazla doldurulmamalıdır.
4. Tüm uygulamalardan sonra ilaç deposunda ürün kalmamasına özen gösterilmeli ve depo uygun temizleyici ile yıkanarak temizlenmelidir.
5. Makinalar çalışırken sigara içilmemelidir.
6. Cihazlar üzerindeki filtreler düzenli olarak kontrol edilmeli ve temizlenmelidir.
7. Cihazlarda uygun olmayan yakıt ve çözücüler kullanılmamalıdır.

3. KAYNAKLAR

1. WHO, Equipment for vector control specification guidelines. WHO/CDS/NTD/WHOPES/GCDPP/2006.5
2. Çetin H, Kent zararlıları, biyoloji, ekoloji ve mücadele yöntemleri (Vektörler ve diğerleri), Yıldız Ofset, Antalya, 2016; 203 sayfa
3. WHO, Space spray application of insecticides for vector and public health pest control a practitioner's guide. WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2003.5
4. Swillen Lucien 2013. The use of fog generators in integrated vector control: Thermal Fog and Cold Fog (ULV) Generators 46 pp.
5. Mount GA 1985. Ultra-Low-Volume application of insecticides for vector control. WHO/VBC/85.919-31 pp.

BÖLÜM 17

VEKTÖR ARAŞTIRMALARINDA COĞRAFİ TEKNOLOJİLERİN YERİ

Doç. Dr. M. Kirami ÖLGEN[1]

[1]Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü, Bornova - İzmir

1. GİRİŞ

Sivrisinek, kum sineği, kene gibi kan ile beslenen vektörler, bakteri, virüs ve protozoaların yol açtığı birçoğu son derece tehlikeli hastalıkları omurgalı canlılar arasında taşırlar. Söz konusu hastalıklar 20. Yüzyılın ilk çeyreğine kadar diğer hastalıkların yol açtığı ölümlerin toplamından çok daha fazla sayıda can almaktaydılar (1). Günümüzde etkin vektör mücadelesi ve hastalık kontrol programlarıyla, dünyanın birçok yerinde bu hastalıklar elimine edildi veya endemik hale dönüştü. Fakat taşkınlar ve sel felaketleri gibi çevresel koşullardaki ani değişimler vektör kaynaklı hastalıkların zaman zaman salgınlar oluşturmasına yol açmaktadır. Ancak iklim ve arazi

kullanımındaki değişimler gibi daha uzun süreli çevresel değişimler vektör habitat alanlarının genişlemesine ve bu alanlardaki hastalık risklerinin artmasına yol açmaktadır.

Bu nedenle vektörler aracılığı ile bulaşan hastalıkların dağılımı ve risk düzeylerinin belirlenmesinde değişen bu vektör ekolojisi önemli bir bileşendir. Vektör ekolojisi coğrafi değişkenlere gerek doğrudan gerekse dolaylı olarak sıkı sıkıya bağlıdır. Söz konusu coğrafi değişkenler genellikle sıcaklık, yağış, nem, yükselti, eğim, bakı, bitki örtüsü gibi fiziki coğrafya elemanları olabileceği gibi, arazi kullanımı ve bu kullanımın değişimi gibi insan yapımı elemanlar da olabilir. Bu değişkenlerin analizi klasik olarak coğrafi analiz ya da mekânsal analiz olarak adlandırılır. Yani vektör ekolojisi ile ilgili çalışmaların temelinde de mekânsal analiz yatar. Mekânsal analiz, mekândaki konumu belli her türlü coğrafi varlık veya olayın dağılımı ve varlık ya da olaylar arasındaki ilişkinin belirlenmesidir.

Vektör kaynaklı hastalıkların izlenmesinde (sürveyansında) iki farklı yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan ilki pasif izlemedir. Bu izlemede hastalığa yakalanmış kişinin bir sağlık kuruluşuna başvurması ve buna bağlı olarak başlatılan çalışmalar yer alır. Ancak ikinci yaklaşımda yani aktif izlemede hastalık açısından endemik olan alanlarda genellikle dolaylı yoldan (vektör ekolojisini oluşturan çevresel değişkenler) rutin bir şekilde hastalık risk düzeyi izlenir (1). Böylece hastalığın salgına dönüşmeden kontrol altına alınmasına yardımcı olunur.

Günümüzde yukarıda belirttiğimiz coğrafi değişkenlerin mekânsal analizi, gelişen bilgi ve iletişim teknolojilerinin bir sonucu olarak, "**Coğrafi Teknolojiler**" olarak adlandırılan bir teknoloji grubunun kullanımı ile daha önce hiç olmadığı kadar etkili ve kolay hale gelmiştir (2).

Coğrafi teknolojiler üç bileşenden oluşmaktadır. Bunlar coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama ve küresel konum belirleme sistemleridir. Bu üç teknolojinin birlikte kullanımının yanı sıra son yıllarda mekânsal analizle ilgili istatistiksel ve matematiksel yöntemlerin de kullanımı ile coğrafi teknolojileri üç artı bir olarak nitelendirmek yanlış olmaz.

Coğrafi bilgi sistemleri klasik bir tanımla, mekâna ait her türlü verinin toplandığı, depolandığı, düzenlendiği, analiz edildiği ve görüntülendiği bilgisayar sistemleridir. Bu yönü ile vektör ekolojisi üzerinde etkili olan tüm değişkenlerin mekânsal olarak analizi için ideal bir araçtır. Uzaktan algılama ise, genel olarak yeryüzünün yansıyan veya yayılan elektromanyetik enerjiye bağlı olarak gözlenmesidir. Dolayısıyla coğrafi

değişkenlerin birçoğunun belirlenmesi ve değişimlerinin analiz edilmesinde oldukça etkilidir. Küresel konum belirleme sistemleri yeryüzündeki herhangi bir noktanın belirli bir koordinat sistemindeki konumunu küresel olarak belirlemeye imkân verir. Bu nedenle özellikle vektör ekolojisi çalışmalarında araziden alınan örneklerin konumlarının belirlenmesi için kullanılmaktadır. Vektör çalışmalarında coğrafi teknolojileri kullanımı her ne kadar son yıllarda hızlı bir artış gösterdiyse de, bu teknolojilerle matematiksel ve istatistiksel analizlerin birlikte kullanımı çok daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamaktadır (3). Aşağıdaki satırlarda coğrafi teknolojilerin her bir elemanı üzerinde ayrı ayrı durulacaktır.

2. UZAKTAN ALGILAMA

Coğrafi teknolojilerin üç bileşeninden biri olan uzaktan algılama, vektör araştırmalarında ilk önce kullanılan teknolojidir. Birbirine benzer birçok farklı tanımı olmasına rağmen uzaktan algılama, yeryüzünün yansıyan veya yayılan enerjiye bağlı olarak, onunla herhangi bir fiziksel temas olmaksızın gözlenmesidir (2, 4). Her ne kadar uzaktan algılama teknolojileri ilk önceleri askeri amaçlar için geliştirilmiş olsa da, günümüzde sivil uygulamalarda 1972'den beri yaygın olarak kullanılmaktadır (5). Uzaktan algılanmış görüntüler yardımıyla iklimsel, ekolojik ve antropolojik faktörlerle ilişkili olarak bulaşıcı hastalıkların mekânsal yayılımı ve paterni hakkında faydalı bilgiler elde etmek mümkündür. Ancak uzaktan algılama teknikleri kullanılarak vektör türlerin dağılımının belirlenmesi ile hastalık risk düzeylerinin haritalanması geçtiğimiz 25 - 30 yıl içinde gelişme göstermiştir. Epidemiyolojik amaçlı uzaktan algılama çalışmalarının büyük bir bölümü vektör ekolojilerinin belirlenmesi ve buna bağlı hastalık risk düzeylerinin saptanmasına yöneliktir (6-11). Kitron (12) uzaktan algılamanın a) parazit, vektör ve konak habitatlarının tanımlanması ve haritalanması, b) habitatlardaki değişimin izlenmesi, c) vektör veya konak popülasyonundaki değişimlerle ilişkili tahminlerin yapılması ve d) kontrol programlarında kullanılan risk haritalarının üretilmesi amacıyla kullanılabileceğini belirtmektedir.

Uzaktan algılamada yaygın olarak üç farklı çözünürlükten söz edilir. Bunlar mekânsal, zamansal ve spektral çözünürlüklerdir. Farklı uydu ve algılama sistemleri farklı çözünürlüğe sahip görüntüler üretirler. Tablo 1 vektör ekolojisi ve vektör kaynaklı hastalıkların izlenmesinde yaygın olarak kullanılan uydular ile sensörlerin bir listesini vermektedir.

Tablo 1. Vektör ekolojisi amaçlı kullanılan seçilmiş bazı yer gözlem uyduları ve sensörlerinin çözünürlükleri (1).

Uydu	Sensör	Çözünürlük		
		Spektral (μm)	Mekânsal	Zamansal
Landsat 5	MSS	2 görünür, 2 NIR	79 m	16 gün
	TM	3 görünür, 1 NIR, SWIR	30 m	
		1 LWIR	120 m	
Landsat 7	ETM +	3 görünür, 1 NIR, 2 SWIR	30 m	16 gün
		1 LWIR	60 m	
		1 (B&W)	15 m	
NOAA	AVHRR	1 görünür, 1 NIR, 1SWIR 1 MIR, 2 LWIR	1,1 km	günlük
Terra, Aqua	MODIS	1 görünür, 1 NIR	250 m	1 – 2 gün
		5 görünür, NIR, SWIR	500 m	
		29 görünür, NIR, SWIR, MIR, TIR	1 km	
Terra	ASTER	2 görünür, 1 NIR	15 m	16 gün
		6 SWIR	30 m	
		5 TIR	90 m	
IKONOS	IKONOS	1 B&W	1 m	3 gün
		3 görünür,1 NIR	4 m	
Quickbird2	Quickbrd	1 B&W	0,65 m	1 - 3 gün
		1 görünür ,1 NIR	2,62 m	
SPOT 5	HRG	1 B&W	5 m	26 gün
		2 görünür,1 NIR	10 m	
		1 SWIR	20 m	
	VEGETATION	1 görünür, 1 SWIR, 1 NIR	1 km	

GOES	GOES	1 görünür	1 km	30 dakika
		1 MIR	4 km	
		1 LWIR	8 km	
		2 LWIR	4 km	
IRS	PAN	1 B&W	5,8 m	25 gün
		2 görünür, 1 NIR	23,5 m	
		1 SWIR	70 m	
Meteosat	SEVIRI	1 B&W	1 km	15 dakika
		1 görünür 2 NIR 1 MIR, 7 LWIR	3 km	

B&W= siyah beyaz, NIR= yakın kızılötesi, MIR= orta kızılötesi, LWIR= uzun dalga kızılötesi, TIR= termal kızılötesi

Uzaktan algılanmış bir görüntü, piksellerden oluşan sayısal bir görüntüdür. Görüntü üzerindeki pikselin gerçek dünyadaki kapsadığı alan o görüntünün mekânsal çözünürlüğünü ifade eder. Bir başka deyişle görüntünün mekânsal çözünürlüğü 30 m ise, görüntü üzerindeki her bir piksel 30x30 m lik bir alanı ifade etmektedir. Bir sensörün sahip olduğu spektral çözünürlük elektromanyetik spektrumun hangi dalga boylarında algılama yaptığıyla ilgilidir. Spektral çözünürlüğü fazla olan bir sensör çok farklı dalga boylarında algılama yapabiliyor demektir. Zamansal çözünürlük ise algılama yapan uydunun yeryüzünde aynı alan üzerinden ne sıklıkla geçtiğidir. Vektör araştırmalarında hangi uzaktan algılama sisteminin kullanılacağı (çözünürlüğe bağlı olarak) vektörün türü ve seçilecek araştırma yöntemine göre değişir. Vektörlerin geniş alanlardaki dağılımı ile ilgili bir çalışmada düşük mekânsal çözünürlüğe sahip görüntüler saha çok tercih edilirken, vektör habitatı ile ilgili detaylı çalışmalarda yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip görüntüler kullanılır. Ancak mekânsal çözünürlük yükseldikçe, genel bir kural olmamakla beraber, spektral çözünürlük düşer. Dolayısıyla ikisi arasındaki dengeyi kurmak önemlidir. Aşağıdaki satırlarda mekânsal çözünürlüklerine bağlı olarak uydu sistemleri ve algılayıcı sensörleri vektör araştırmaları bağlamında iki grup özetlemeye çalışacağız.

Düşük mekânsal çözünürlüğe sahip görüntüler; NOAA ve Meteosat gibi bazı uydular (Tablo 1) düşük mekânsal çözünürlüğe (1 – 3 km) sahip olmalarına rağmen yeryüzünün geniş bölümlerini sürekli olarak izlemektedirler. Yüksek zamansal çözünürlüğe sahip olmaları nedeniyle hızlı değişen çevresel koşulları (meteorolojik koşullar gibi) izlemek için idealdirler. Bu gruptaki uydu verileri geniş bölgesel ölçekte vektör türlerinin dağılışı ile ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin *Rhipicephalus appendiculatus* (13), *Phelobotomus papatasi* (6) ve *Anopheles gambiae* (14) gibi. Yapılan bu çalışmaların çoğu vektör türlerin kompozisyonu ve varlığındaki zamansal ve mekânsal değişimleri ele almaktadır (15). Bu değişimleri incelerken özellikle yağış tahminleri, vejetasyon indisleri, yüzey sıcaklık hesaplamaları kullanılmaktadır.

Yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip görüntüler; Landsat, SPOT, IRS, Terra gibi uydular (Tablo 1) yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler üretmesine rağmen, zamansal çözünürlükleri daha düşüktür (15 - 25 gün). Görüntü pikselleri daha küçük alanları temsil ettiğinden, yerel çalışmalar için uygundurlar. Zamansal çözünürlüklerinin düşük olması nedeniyle vektör habitatlarının lokalize beslenme ve dinlenme alanları (16, 17) gibi birçok çalışmada tek bir görüntüye dayalı analizler tercih edilmektedir. Sivrisinek beslenme alanları ve habitatları gibi mevsimsel değişimlerin incelendiği (18-20) durumlarda ardışık alınmış görüntüler faydalıdır (15).

Görüntülerden hesaplanan indisler; Vektör ekolojisi ile ilgili çalışmaların çoğunda uzaktan algılanmış görüntüler üzerinde bir kısmı band kombinasyonlarına dayalı çeşitli hesaplamalar yardımıyla bitki örtüsü yoğunluğu, yüzey sıcaklığı, bağıl nem miktarı gibi farklı indisler elde edilir. Bu indisler özellikle araziden fiziksel ve biyolojik bazı parametrelerin doğrudan ölçülemediği durumlarda onların yerine kullanılabilir (2).

Tüm indisler içerisinde vektör çalışmalarında ilk ve en çok kullanılan indisleri spektral vejetasyon indisleri (SVI) oluşturur. İlk defa Tucker (21) tarafından önerilen bu indis bitki hücrelerindeki klorofil ve keratonid pigmentlerinin absorbe ettiği kırmızı dalga boyu ile mezofilin yansıttığı yakın kızıl ötesi dalga boyunun oranlanmasıyla elde edilirler (2). Uzaktan algılanmış görüntüler yardımıyla arazi yüzey sıcaklığının (LSTI) belirlenmesi SVI indisleri kadar yaygın olmamakla beraber özellikle vektör ekolojisi çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (22). Arazi yüzeyi, yüzeyin bileşimine bağlı olarak termal kızıl ötesi dalga boyunu belli miktarda geriye yayınlamaktadır. İşte geriye yayılan bu termal

radyasyonun ölçülmesi ile yüzey sıcaklığı tahmin edilebilir (2). Yukarıda belirttiğimiz bu iki indis grubu dışında Atmosferik nem indisleri, yaprak alan indisleri gibi birçok indis bulunmasına rağmen kullanımları yaygın değildir. Her ne kadar indisler yardımıyla vektör ekoloji ile ilgili birçok çalışma yapılıyorsa da, özellikle arazi kullanım ve değişiminin belirlenmesi amacıyla uzaktan algılanmış görüntüler üzerinde daha detaylı analizler gerekmektedir. Bunlar kısaca görüntü sınıflandırma başlığı altında toplanabilir. Uzaktan algılamada temelde iki farklı görüntü sınıflandırma tekniği kullanılmaktadır. Bunlar kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma teknikleridir.

Görüntü sınıflandırmanın ya da yorumlamanın nihai sonucu arazi örtüsü haritasının hazırlanmasıdır. Uzaktan algılanmış bir görüntünün yorumlanması görsel veya sayısal olabilir. Görsel yorumlama hava fotoğrafçılığı yöntemlerinin kullanıldığı ve yorumlayıcının tecrübesinin ön planda olduğu yöntemdir. Literatürde görsel yorumlama teknikleri kullanılarak artopod vektörlerin izlenmesi ve kontrolüne yönelik birçok çalışma mevcuttur (23,24). Görsel yorumlama her ne kadar iyi sonuçlar verse de yorumlamanın uzman bir göze ihtiyaç duyması ve yorumlamadaki subjektifliğin yüksek olması nedeniyle sayısal görüntü işleme tekniklerine dayanan sınıflandırmalar daha çok tercih edilmektedir.

Kontrolsüz sınıflandırma; Uzaktan algılanmış bir görüntüdeki benzer spektral değerlere sahip pikselleri gruplama bu yöntemin özünü oluşturur. Ancak bu işlem yapılırken gruplanacak sınıf sayısı önceden belirlenir ve bilgisayar seçilen algoritmaya bağlı olarak belirlenmiş sınıf sayısı kadar grup oluşturur. Burada benzer değerlere sahip pikseller benzer arazi örtüsünü temsil ettiklerinden elde edilen sınıflandırılmış görüntü de bir bakıma arazi örtüsü haritasıdır. Kullanılan teknikte yer kontrolü olmadığı için, ana amaç daha sonra yapılacak kontrollü sınıflandırma çalışması için ön bilgi sağlamaktır (2). Ancak yine de doğrudan doğruya konak ve hastalık vektörlerinin dağılımı ve ekolojilerinin belirlenmesinde kullanılmaktadırlar (25 - 28).

Kontrollü sınıflandırma; Görüntü üzerinden her bir arazi örtüsünü tam olarak temsil ettiği iyi bilinen piksel veya piksel gruplarından oluşturulan bir karşılaştırma seti yardımıyla görüntünün sınıflandırılmasıdır (2). Kontrollü sınıflandırma özellikle hastalık vektörünün habitatının iyi bilindiği durumlarda oldukça faydalı sonuçlar vermektedir (23, 29, 30). Kontrollü sınıflandırma yapılırken iş işlem adımı karşılaştırma için

kullanılacak olan veri setinin hazırlanmasıdır. Ardından seçilen algoritmaya göre bilgisayar karşılaştırma setini kullanarak sınıflandırma işlemini tamamlar. Son olarak yapılan sınıflandırmanın ne ölçüde başarılı olduğunu anlamak için bazı istatistiksel testler uygulanır. Genel bir kural olmamakla beraber %90 ve üzeri sınıflandırma duyarlılığı ideal bir sınıflandırma yapıldığı anlamına gelir (2).

3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ

Coğrafi teknolojilerin bir diğer bileşenini de coğrafi bilgi sistemleri oluşturmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri kısaca mekâna ait her türlü verinin toplandığı, depolandığı, düzenlendiği, analiz edildiği ve görüntülendiği bilgisayar sistemleridir. Mekânsal veri iki temel bileşenden oluşur. Bunlardan ilki grafik olan verinin geometrisi yani konumu, şekli, büyüklüğüdür. İkincisi ise bu grafik veriyi tanımlayan ve öznitelik olarak adlandırılan deskriptif bileşendir. Her iki bileşen birlikte tek bir mekânsal veri tabanında tutulurlar.

Coğrafi veri tabanında tutulan her bir mekânsal veri (harita) mutlaka jeoreferanslı olmalıdır. Bir verinin jeoreferanslı olması üzerindeki her noktanın koordinatlarının tanımlanmış olması demektir. Bu bir coğrafi bilgi sisteminin en temel özelliğidir. Coğrafi bilgi sistemleri aynı alana ait arazi kullanımı, bitki örtüsü, hidrolojik özellikler, iklim, toprak tipleri, nüfus dağılışı gibi birbirinden farklı veri setlerini çakıştırma ve böylece aralarındaki ilişkiyi belirleme olanağı verir. Bunu yapabilmesinin tek yolu da tüm verilerin aynı koordinat ve projeksiyon sistemine sahip yani jeoreferanslı olmasıdır. Verilerin bu şekilde çakıştırılması ile vektör ve hastalık dağılışlarının zamansal ve mekânsal değişkenliği, diğer çevresel faktörlerle ilişkisi rahatlıkla analiz edilebilir (12).

Mekânsal veri coğrafi varlık veya olayları gösterir ve bir coğrafi bilgi sistemleri içinde dört farklı şekilde soyutlanır. Bunlar nokta, çizgi, alan ve sürekli yüzeylerdir. Noktasal özellik gösteren coğrafi varlıklar tek bir koordinat çifti ile temsil edilebilen örnek alma yer, su kuyusu, elektrik direği gibi verilerdir. Çizgi şeklinde gösterilen varlıklar ise ardışık koordinat çiftleri ile tanımlanırlar ve yol, akarsu, enerji nakil hattı gibi çizgisellik gösteren verilerdir. Alan şeklinde gösterilen varlıklar iki boyutlu ardışık koordinat çiftleri ile temsil edilirler. İdari sınırlar, parseller, toprak ve vejetasyon türleri bu şekilde bir gösterime sahiptirler. Sürekli yüzeyler ise üç boyutlu ve süreklilik gösteren topografya, yağış ve sıcaklık dağılışı,

kirliliğin yayılımı gibi varlıkların veya olayların gösterimi için uygundurlar ve genellikle tek bir özniteliğe sahiptirler (2).

Nokta, çizgi, alan ya da sürekli yüzey olarak soyutlanabilen coğrafi varlık ve olaylar vektör veya raster gösterim tarzlarından biri ile sunulurlar. Vektör, birçok öznitelikle ilişkilendirilebilen ve bir dizi koordinat değerine sahip mekânsal verinin gösterimi için uygunken, raster ise genellikle tek bir öznitelikle tanımlanabilen süreklilik gösteren varlıkların gösterimi için uygundur (2).

Mekânsal analiz bir coğrafi bilgi siteminin asıl gücünü oluşturur. Mekânsal analizler ise coğrafi veri tabanındaki farklı veri setlerini mekânsal istatistik ve matematik modellerin girdisi olarak ele alır. Böylece vektör ekolojisi ve hastalık risk dağılımları ile ilgili karmaşık analizleri gerçekleştirmek mümkün olur (31 - 34). Coğrafi bilgi sistemlerinde sıklıkla kullanılan analiz teknikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Coğrafi bilgi sistemleri ile ilgili ders kitaplarında sistemin beş temel bileşenden oluştuğu söylenir. Bunlar; yazılım, donanım, yöntem, veri ve insandır. Tüm bu bileşenler içinde en önemlisini veri oluşturur. Çalışmanın amacına uygun, güncel ve yeterli miktardaki veri elde edilen sonuçları da doğrudan etkiler. Her ne kadar coğrafi bilgi sistemleri içinde kullanılabilecek şekilde hazır veri setleri var ise de, bunların çoğu ya global ya da ülkesel ölçektedir (15). Daha detaylı araştıralar için sıklıkla araziden veri toplanması gerekir. Özellikle ülkemiz gibi veri alt yapısının güçlü olmadığı yerlerde araştırıcı çalışması için gerekli olan verinin büyük bir kısmını kendisi toplamak ve analize uygun formata getirmek zorundadır (2). Oldukça zahmetli ve pahalı olan bu işlem tüm çalışma süresinin yarıdan fazlasına mal olmaktadır.

Coğrafi veri sahip olduğu özniteliğe bağlı olarak dört farklı şekilde tanımlanır. Bunlar; nominal veri, bir coğrafi varlığın başka bir varlık koduyla tanımlanması (örneğin yer adı), ordinal veri, niteliksel olarak sıralanabilen veriler (örneğin en iyi, iyi, orta, zayıf), interval veri, belli sınıf aralığında gösterilebilen veriler (örneğin, yağış değerleri, suyun pH değeri) ve oransal veri ise interval veriye benzeyen ancak belli bir başlangıç değeri olan yükselti değerleri, uzunluk, yaş gibi verilerdir (2).

Tablo 2. Coğrafi bilgi sistemleri ile yapılan sorgulama ve analiz türleri (2, 35)

Yöntem	**Açıklama**
Veri tabanı sorgulama	Genellikle standart sorgulama dillerinden biri ile yapılan tanımlayıcı sorgulamalar
Geometrik hesaplamalar	Geometrik veriler ile ilgili mesafe, koordinat, alan, açı, yükseklik farkı gibi hesaplamalar
Çakıştırma (overlay)	İki farklı veri setinin çakıştırılarak yeni bir bilginin üretilmesi. Örneğin Bitki örtüsü ile topografya haritasının çakıştırılması ile hangi yükseltide hangi tür bitkiler bulunmaktadır sorusu yanıtlanabilir.
Kesme, birleştirme	Herhangi bir harita içinden tanımlanan bir alanın veya özelliğin çıkarılması, komşu iki haritanın birleştirilerek tek bir haritaya dönüştürülmesi işlemlerinde kullanılır.
Tampon bölge (buffering)	Nokta, çizgi ya da alan etrafında tanımlanan mesafe kadar bir tampon bölge oluşturur.
Yoğunluk tahmini	Tanımlanan koşullara bağlı olarak nesnelerin mekânsal yoğunluğunu tahmin etmek için kullanılır (Kernel yoğunluk gibi).
Enterpolasyon	Kriging gibi jeoistatistiksel yöntemlerle sürekli yüzeyler oluşturur.
Yumuşatma (smoothing) yöntemleri	Öznitelik verilerinin gösterdiği dokunun genelleştirilmesi için kullanılır (yüzey trend analizi gibi)
Mekânsal dağılımın analizi	Mekânsal korelasyon ve kümelenmenin belirlenmesi için kullanılırlar.
Modelleme ve simülasyon	Geometrik ve öznitelik verilerine bağlı olarak geliştirilen senaryolar ve modelleri içerir.

Yukarıda da açıklandığı gibi coğrafi bilgi sistemleri vektör ekolojisi ve hastalık risk dağılımlarının belirlenmesinde ekologlar, epidemiyologlar ve tıbbi coğrafyacılar için güçlü bir araçtır. Bu nedenle literatürde de coğrafi bilgi sistemlerinin kullanıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur. Söz konusu çalışmaların bir kısmı doğrudan vektör ekolojisi ile ilgili iken, diğer kısmı ise vektörün yol açtığı hastalıkla ilgilidir. Coğrafi teknolojilerin dolayısıyla da coğrafi bilgi sistemlerinin en çok kullanıldığı alan sıtma ile ilgilidir. Gerek sıtma vektörleri gerekse hastalığın yayılımı ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur (36 – 38). Bunun dışında leishmaniasis (31, 39) ve vektörleri (32, 40, 41), çeşitli kene türleri (42, 43) gibi örnekleri vermek mümkündür.

4. KÜRESEL KONUM BELİRLEME / KÜRESEL NAVİGASYON UYDU SİSTEMLERİ

Yukarıdaki satırlarda belirtildiği gibi vektör ekolojisi ile ilgili çalışmalar büyük ölçüde araziden toplanan verilere dayanmaktadır. Bu nedenle toplanan verilerin coğrafi teknolojiler yardımıyla analizinin gerçekleştirilebilmesi için mutlaka mekânsal konumlarının biliniyor olması gerekir. Günümüzde toplanan verinin konum bilgisi küresel konum belirleme (global positioning) ya da daha genel bir ifade ile küresel navigasyon uydu (global navigation satellite) sistemleri (GNSS) aracılığı ile elde edilmektedir.

GNSS üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar uzay bölümü, kontrol bölümü ve kullanıcı bölümüdür. Uzay bölümünde konum belirleme amacıyla farklı ülkeler tarafından işletilen dünya yörüngesindeki uydular kast edilmektedir (Tablo 3). Kontrol bölümü, uyduları işleten kurumların denetiminde, uyduların sağlıklı çalışmasından sorumludur. Kullanıcı bölümü ise konum belirleme veya navigasyon amacıyla elinde GNSS alıcısı bulunan herkesi kapsar.

GNSS ile konum belirleme; GNSS bir radyo navigasyon sistemidir. Yörüngede bulunan uydular sürekli olarak bulundukları yörünge bilgileri, diğer uydulara göre olan konumları ve zaman bilgisini radyo dalgaları aracılığıyla yayınlarlar. GNSS alıcıları da uydudan gelen bu zaman bilgisini kendi zaman bilgisiyle karşılaştırır ve böylece uydu ile arasındaki mesafeyi hesaplar. En az üç uydudan gelen sinyal yardımıyla bulunduğu koordinatı geriden kestirme yöntemi ile belirlemiş olur.

Tablo 3. Yörüngedeki GNS sistemleri (44).

Sistem	GPS	GLONASS	Galileo	BeiDou
Ülkesi	ABD	Rusya	Avrupa	Çin
Uydu Sayısı	24	24	30	27
Başlangıcı	1993	1993	2016	2012

Son yıllarda GNSS sistemleri vektör ekolojisi ve vektör kaynaklı hastalıklarla ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanılmaya başlamışlardır. Le Seuer vd. Afrika'daki sıtma dağılışı ile ilgili yaptıkları atlasta (45) fazla sıtma vakası görülen 35.000'den evin koordinatlarını toplamışlardır. Clarke vd. GNSS yardımıyla Sahra altı Afrika'da dracunculiasis görülen köylerdeki kuyuları haritalamışlardır (46). Yine birçok vektör çalışmasında tuzak alanlarının (16), beslenme alanlarının (47) belirlenmesinde GNSS kullanılmaktadır.

Gelişen bilgisayar ve iletişim teknolojilerine bağlı olarak coğrafi teknolojilerin uygulama alanları da her geçen gün genişlemektedir. Bunlardan biri de vektör araştırmalarıdır. Özellikle vektör ekolojinin vektörün bulunduğu bölgenin coğrafi koşulları ile sıkı bağı, söz konusu teknolojilerin bu alanda daha da kolay uygulanmasını sağlamıştır.

5. KAYNAKLAR

1. Kalluri S, Gilruth P, Rogers D, Szczur M. Surveillance of arthropod vector-borne infectious diseases using remote sensing techniques: A review. Plos Pathogens, 2007; 3 (10) p. 1361-1371.
2. Ölgen MK. Tıbbi Coğrafya: Tanımı, İçeriği ve Coğrafi Teknolojilerle ilişkisi. Gökçay G, editor. Dr. Eren Akçiçek'e Armağan; İzmir: Egetan Yay.2010. p. 143-163.
3. Bergquist R. New tools for epidemiolgy: A space odyssey. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011; 106 (7) p. 892-900.
4. Campbell JB. Introduction to Remote Sensing. Taylor and Francis; 1996.
5. Beck LR, Lobitz BM, Wood BL. Remote sensing and human health: New sensors and new opportunities. Perspectives, 2000; 6(3) p. 217-227. Demiröz DA. Böcekler Neden Direnç Kazanıyor? ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2015; 3 (2): 91-99.
6. Cross ER, Newcomp WW, Tucker CJ. Use of weather data and remote sensing to predict the Geographical and seasonal distribution of *Phlebotomus papatasi* in Southwest Asia. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1996; 54: p.530–536.
7. Rogers DJ. Satellites, space, time and the African Trypanosomiases. Advances in Parasitology, 2000; 47: p. 130-173.
8. Hay SI, Omumbo JA, Craig MH, Snow RW. Earth observation, geographic information Systems and *Plasmodium falciparum* malaria in Sub-saharan Africa. Advances in Parasitology, 2000; 47: p. 174-216.
9. Randolph SE. Ticks and tick-borne disease Systems in space and from space. Advances in Parsitology, 2000; 47: p. 217-245.
10. Brooker S, Michael E. The potential of Geographical information systems and remote sensing in the epidemiology ad control of human helminth infections. Advances in Parasitology, 2000; 47: p. 246-288.
11. Thomas CJ, Lindsay SW. Local-scale variations in malaria infection amongst rural Gambian children estimated by satellite remote sensing. Trans. Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 2000; 94: p. 159-163.
12. Kitron U. Landscape Ecology and epidemiology of vector-borne diseases: Tools for spatial analysis. Journal of Medical Entomology, 1998; 35 (4): p. 435-445.
13. Randolph SE. Climate, satellite imagery and the seasonal abundance of the tick *Rhipicephalus appendiculatus* in Southern Africa: A new perspective. Medical and Veterinary Entomology, 1993; 7: p. 243-258.
14. Thompson R, Begtrup K, Cuamba N, Dgedge M, Mendis C, Gamage-Mendis A, Enosse SM, Barreto J, Sinden RE, Hogh B. The Matola malaria project: A temporal and spatial study of malaria transmission and disease in a suburban area of Maputo, Mozambique. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1997; 57: p. 550-559.
15. Thomson MC, Connor SJ. Environmental information systems for the control of arthropod vectors of disease. Medical and Veterinary Entomology, 2000; 14: p. 227-244.
16. Kitron U, Otieno LH, Hungerford LL, Odulaja A, Brigham WU, Okello OO, Joselyn M, Mohamed-Ahmed MM, Cook E. Spatial analysis of the distribution of

tsetse flies in the Lambwe Valley Kenya using Landsat TM satellite imagery and GIS. Journal of Animal Ecology, 1996; 65: p.371-380.

17. Dister SW, Fish D, Bros SM, Frank DH, Wood BL. Landscape characterization of peridomestic risk for lyme disease using satellite imagery. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1997; 57: p. 687-692.
18. Beck LR, Rodriguez MH, Dister SW, Rodriguez AD, Washino RK, Roberts DR, Spanner MA. Assessment of a remote sensing-basedmodel for predicting malaria transmission risk in vilages of Chiapas, Mexico. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1997; 56: p. 99-106.
19. Wood BL, Beck LRRKW, Hibbard KA, Saklute JS. Estimating high mosquito-producing rice fields using spectral and spatial data. International Journal of Remote Sensing, 1992; 13: p. 2813-2826.
20. Rejmankova E, Pope KO, Roberts DR, Lege MG, Andre R, Greico JY. Characterization and detection of *Anopheles vestitipennis* and *Anopheles punctimacula* (Diptera: Culicidae) larval habitats in Belize with field survey and SPOT satellite imagery. Journal of vector Ecology, 1998; 23: p. 74–88.
21. Tucker CJ. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegation. Remote Sensing and Environment, 1979; 8: p. 127-150.
22. Hay SI. An overview of remote sensing and geodesy for epidemiological and public health application. Advances in Parasitology, 2000; 47: p. 1–35.
23. Riley JR. Remote sensing in entomology. Annual Review of Entemology, 1989; 34: p. 247–271.
24. Washino RK, Wood BL. Application of remote sensing to arthropod vector surveillance and control. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1994; 50: p. 134-144.
25. Beck LR, Rodriguez MH, Dister SW. Remote sensing as a landscape epidemiologic tool to identify villages at high risk for malaria transmission. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1994; 5: p. 271-280.
26. Pope KO, Rejmankova E, Savage HM, Arrendondo-Jimenez JI, Rodriguez MH, Roberts DR. Remote sensing of tropical wetlands for malaria control in Chiapas, Mexico. Ecological Applications, 1994; 4: p. 81-90.
27. Rejmankova E, Roberts DR, Pawley A, Manguin S, Polanco J. Predictions of adult *Anopheles albimanus* densities in villages based on distance to remotely sensed larval habitats. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1995; 53: p. 482-488.
28. Thomson MC, Connor SJ, D'Alessandro U. Predicting malaria infection in Gambian children from satellite data and bed net use surveys: The importance of spatial correlation in the interpretation results. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 1999; 61: p. 2-8.
29. Hugh-Jones M. Applications of remote sensing to the identification of the habitats of parasites and disease vectors. Parasitology Today, 1989; 5: p. 244-251.
30. Hay SI, Packer MJ, Rogers DJ. The impact of remote sensing on the study and control of invertebrate intermediate hosts and vectors for disease. International Journal of Remote Sensing, 1997; 18): p. 2899-2930.
31. Ölgen MK, Özbel Y, Balcıoğlu İC, Demir S, Şimşek F, Özensoy Töz S, Ertabaklar H, Alkan MZ. A new approach for determiming the spatial risk levels for visceral and

cutaneous leishmaniasis related with the distribution of vector species in Western part of Turkey using Geographical information Systems and remote sensing. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2012; 18 (Suppl A): p. A77-A84.

32. Özbel Y, Balcioğlu İC, Ölgen MK, Şimsek MF, Özensoy Töz S, Ertabaklar H, Demir S, Alkan MZ. Spatial distribution of Phlebotomine sand flies in Aydin Mountains and surroundings: The main focus of cutaneous leishmaniasis in Western Turkey. Journal of Vector Ecology, 2011; 36 (Suppl 1): p. 99-105.
33. Franco AO, Davies CR, Mylne A, Dedet JP, Gallego M, Ballart C, Gramiccia M, Gradoni L, Molina R, Galvez R, Morillas-Marquez F, Baron-Lopez S, Pires CA, Afonso MO, Ready PD, Cox J. Predicting the distribution of canine leishmaniasis in Western Europe based on environmental variables. Parasitology, 2011; 138: p.1878-1891.
34. Baron SD, Morillas-Marquez F, Morales-Yuste M, Diaz-Saez V, Irigaray C, Martin-Sanchez JA. Risk maps for the presence and absence of *Phlebotomus perniciosus* in an endemic area of leishmaniasis in southern Spain: Implications for the control of the disease. Parasitology, 2011; 138: p. 1234-1244.
35. Kisteman T, Dangendorf F, Schweikart J. New perspectives on the use of Geographical information Systems (GIS) in environmental health sciences. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2002; 205: p. 169-181.
36. Hay SI, Snow RW, Rogers DJ. Predicting malara seasons in Kenya using multitemporal meteorological satellite sensor data. Trans. Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene; 1998; 92: p. 2899-2930.
37. Srivastava A, Nagpal BN, Safena R, Sharma VP. Geographic information System as a tool to study malaria receptivity in Nadiad Taluka, Kheda district, Gujarat, India. Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 1999; 30: p.650-656.
38. Kleinschmidt I, Bugayoko M, Clare GP, Craig M, Le Sueur D. A spatial statistical approach to malaria mapping. International Journal of Epidemiology, 2000; 29: p.355-361.
39. Ostad M, Sihirian S, Pishro F, Abbasi T, Armin A, Farideh A. Control of cutaneous leishmaniasis using geographic information Systems from 2010 to 2014 in Khuzestan province, Iran. Plos One, 2016; 11 (7): p. 1-7.
40. Saghafipour A, Vatandoost H, Zahraei-Ramazani AR, Yaghoobi-Ershadi MR, Rassi Y, Shirzadi MR, Akhavan AA. Spatial Distribution of Phlebotomine Sand Fly Species (Diptera: Psychodidae) in Qom Province, Central Iran. Journal of Medical Entomology,2016; 54 (1): p. 35-43
41. Herrero MV, Yarnell WE, Schmidtmann ET. Landscape associations of the sand fly, Lutzomyia (Heleocyrtomyia) apache (Diptera: Psychodidae), in the southwestern United States: a geographic information system analysis. Journal of Vector Ecology, 2004; 29 (2): p. 205-211.
42. Daniel M, Kolar J, Zeman P. GIS tools for tick and tick-borne disease occurrence. Parasitology, 2004; 129: p. 329-352.
43. Schwarz A, Maier WA, Kistemann T, Kampen H. Analysis of the distribution of the tick Ixodes ricinus L. (Acari: Ixodidae) in a nature reserve of western Germany using Geographic Information Systems. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 2009; 212: p. 87-96.

44. Langley RB, Teunissen PJG, Montenbruck O. Introduction to GNSS. Teunissen PJG, Montenbruck O, editör. Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, 2017; p. 3-23.

45. LeSueur D, Binka F, Lengeler C, de Savigny D, Snow B, Teuscher T, Toure Y. An atlas of malaria in Africa. African Health, 1997; 19: p. 23-24.

46. Clarke KC, Osleeb JR, Sherry JM, Meert JP, Larsson RW. The use of remote sensing and geographic information Systems in UNICEF's dracunculiasis (Guinea worm) eradication effort. Prev. Vet. Med., 1991; 11: p. 229-235.

47. Dale PER, Morris CD. *Culex annulirostris* breeding sites in urban areas: using remote sensing and digital image analysis to develop a rapid predictor of potential breeding areas. Journal of the American Mosquito Control Association, 1996; 12: p.316-320.

