

**BÖCEKLER VE İNSANLAR
ARASINDAKİ POZİTİF İLİŞKİLER**

Murat DOLAYMAN

**Yüksek Lisans Tezi
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Entomoloji Bilim Dalı
Prof. Dr. Önder ÇALMAŞUR
2015
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BÖCEKLER VE İNSANLAR ARASINDAKİ POZİTİF İLİŞKİLER

Murat DOLAYMAN

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
Entomoloji Bilim Dalı**

**ERZURUM
2015**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ ONAY FORMU



BÖCEKLER VE İNSANLAR ARASINDAKİ POZİTİF İLİŞKİLER

Prof. Dr. Önder ÇALMAŞUR danışmanlığında, Murat DOLAYMAN tarafından hazırlanan bu çalışma, 16/10/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı Entomoloji Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Önder ÇALMAŞUR

Üye : Prof. Dr. Göksel TOZLU

Üye : Doç. Dr. Temel Göktürk

İmza :

İmza :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 12/11/2015 tarih ve 45/1569 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BÖCEKLER VE İNSANLAR ARASINDAKİ POZİTİF İLİŞKİLER

Murat DOLAYMAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Entomoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Önder ÇALMAŞUR

Böcekler denilince; yiyeceklerimize ve giyeceklerimize verdiği zararlar, ekonomik açıdan oluşturduğu kayıplar, evcil hayvanlar ile bizlere bulaştırdıkları hastalıklar, görünce duyduğumuz korku, tiksinti ve ürpertiler gibi olumsuz duygular aklımıza gelmektedir.

Hayvanlar âlemine ait, 5 şubeden birisinde yer almakta olan böcekler, eklembacaklılar şubesinin bir alt sınıfıdır. Pek çok insanın, çirkin ve ürkütücü bir görüntüye sahip olduklarını düşündükleri bu sınıfın, insanların ve diğer canlıların hayatlarına devam etmeleri için bir gerekliliktir.

Böcekler pek çok insan, yok edilmesi gereken düşmanlar gözüyle bakar ama tabiat bilginleri hiç de bu fikirde değillerdir. Evet, böcekler insan gıdası olan bitkilere ve depolanmış yiyecekler, giyecekler zarar vermekte, mobilyaları, kitapları hatta evlerin kerestelerini oyup yemektirler. Bazı böcekler, insanlara sıtma, tifüs, kolera gibi hastalıklar bulaştırırlar. Evcil hayvanlara öldürücü hastalıkları bulaştıran böcekler de vardır. Tahtakurusu, hamamböceği ve daha birçokları da hastalık taşımadıkları halde insanın huzurunu kaçıırırlar.

Böcekler sadece zararlı gözüyle bakmak yanlış olur. Bilim adamları, yeryüzünde 1,500,000'e yakın böcek türünün yaşadığını tahmin edildiğini, bunlardan 925,000'e yakın türün tanımının yapıldığını ve zararlı tür sayısının yaklaşık olarak %2-3 olduğunu; bu zararlı türlerin ancak 1500'ünün ekonomik düzeyde zarar yaptığını bildirmektedirler. Bu rakamlar da gösteriyor ki, böceklerin küçük bir kısmı zararlı olmakta, geriye kalan kısmı ise, ya "faydalı" ya da "nötr" durumundadır. Böcekler, değişik basamaklarda besin ve enerji iletişimini düzenli ve sağlıklı bir şekilde kurarak yeryüzündeki doğal dengenin korunmasında çok önemli bir işlevi yerine getirmektedirler. Direkt besin olarak yenilmesinin yanı sıra, besin üretimine yardımcı olarak diğer canlılara faydalı olmaktadır.

Böcekler olmasaydı, bitkiler arasındaki tozlaşma ve üreme oranı, büyük ölçüde minimize olur ve dünyadaki bitki popülasyonu ciddi derecede azalır. Bitkilerin azalması ise; insanların ve hayvanların, yeterli besin bulamamalarına neden olurdu. Tozlaşma, doğanın hayati bir parçası olan bu küçük yaratıkların en önemli işlevi olmakla birlikte, aynı zamanda, toprak ve çevre sağlığı, biyolojik kontrol, boya maddesi, gıdaların renklendirilmesi, popüler kültür ve sanat, ticaret, adli olayların aydınlatılması, bilimsel çalışmalar, tıp ve ilaç yapımı da dâhil olmak üzere yaşamın birçok alanlarını da etkilemektedirler.

Bulundukları ortamlarda her zaman hayati işlevler meydana getiren böceklerin yüzyıllardır doğaya ve insanlığa sessiz sedasız sunduğu faydalı hizmetlerin yanı sıra yaşamdaki yerleri, ekosistemler için ne kadar gerekli oldukları, yaptıkları zararlar ile insanların böcekler üzerindeki etkileri derleme çalışması şeklinde hazırlanan bu tezin konusunu oluşturmaktadır.

2015, 270 sayfa

Anahtar Kelimeler: Böcek, insan, etkileşim

ABSTRACT

Master Thesis

POSITIVE RELATIONSHIPS BETWEEN INSECTS AND HUMANS

Murat DOLAYMAN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection
Department of Entomology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Önder ÇALMAŞUR

When insects mentioned, damages to our clothing and food, economical losses due to insects, diseases infected by insects via pets, and negative emotions such as fear, disgust and shudder come to our mind when we see them.

In the animal world, insects, belonging to one of five branches, are in the subclass of arthropodes. They are known as having 6 legs and chitin substance within their shells. This class, regarded as having terrifying and ugly appearance by many people, is a vital requirement for the continuation of the lives human beings and of other living things.

Many people think that insects are regarded as enemies and must be destroyed, but nature scientists do not agree this idea. Yes, insects harm to plants utilised as food and to food stored, and also to clothes, furniture, books and even timber of building by digesting. Some insects infect human beings with some diseases such as malaria and cholera. There are some insects infecting pets with some lethal diseases. Bedbugs, cockroaches and some other insects make people uncomfortable although they do not transfer any disease.

It is wrong to see insects as only harmful creatures. Scientists estimate that about 1.5 million insects species live on the earth, the taxonomy of nearly 925,000 species has also been performed, and the percentage of harmful ones constitute only 2-3% of all species and only 1500 species may lead to damages at economical levels. These data reveal that only small portion of insects species are harmful, the remaining ones may be either beneficial or regarded as neutral.

Insects play on an important and critical role in maintaining the natural balance in the earth by establishing regular and healthy interactions between food and energy. In addition to be eaten directly as food, they are also helpful in food production for other creatures. Without insects, pollination and reproduction rates between plants would be greatly minimised and plant population in the world would be severely decreased. Then the reduction of plants may lead to insufficient food resources for both animals and human beings. In addition to their most important function as pollination property which is a vital part of nature, insects affect many aspects of life and earth in terms of soil and environmental health, biological control, dye production, coloration of food, enlightening of criminal cases, popular culture, arts, commerce, scientific studies including medical and pharmaceutical production.

The subject of this review thesis is insects which have vital and useful functions for nature and human beings for centuries, how much they are needed for ecosystem and the harms of humans on insects.

2015, 270 pages

Keywords: insects, human beings, interaction

TEŞEKKÜR

Tez yöneticiliğimi üstlenip, çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını ve katkılarını esirgemeyen Hocam Sayın Prof. Dr. Önder ÇALMAŞUR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gerek ders aşamasında gerekse de tez aşamasında maddi ve manevi desteklerini gördüğüm Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi hocalarımdan Sayın Prof. Dr. İrfan ASLAN, Sayın Prof. Dr. Göksel TOZLU, Sayın Prof. Dr. Recep KOTAN ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Elif TOZLU başta olmak üzere desteklerini gördüğüm diğer hocalarıma da çok teşekkür ederim.

Ayrıca, Lisansüstü eğitimim süresince yardım ve desteklerini esirgemeyen Tıp Fakültesi öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Fatih AKÇAY ile Doç. Dr. Mehmet IŞIK'a çok teşekkür ederim.

Murat DOLAYMAN

Ağustos, 2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	32
3.1. Materyal.....	32
3.2. Yöntem	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	33
4.1. Böceklerin Zararları	35
4.2. Böceklerin Yararları	36
4.2.1. Bitkilerin tozlaşmasında böcekler	36
4.2.1.a. Tozlaşmanın ekonomik önemi.....	38
4.2.1.b. Tozlaşma vektörü böcekler	40
4.2.2. Toprağın havalanmasında ve gübrenmesinde böcekler.....	72
4.2.3. Çevre sağlığının korunmasında böcekler	79
4.2.3.a. Bok böcekleri.....	80
4.2.3.b. Leş böcekleri	80
4.2.3.c. Deri böcekleri	83
4.2.3.d. Leş sinekleri	84
4.2.3.e. Odun-delici böcekler	88
4.2.3.f. Termitler.....	91
4.2.3.g. Marangoz karıncalar	92
4.2.4. Yabancı otlarla biyolojik mücadelede böcekler	93
4.2.4.a. Biyolojik kontrol ajanı böceklerin taksonomisi.....	97
4.2.5. Zararlı böceklerle biyolojik mücadelede böcekler	98
4.2.6. Yiyecek olarak beslenmede böcekler	107

4.2.6.a. Balık besini olarak böcekler	107
4.2.6.b. Kuş ve memeli hayvan besini olarak böcekler	108
4.2.6.c. Evcil hayvan besini olarak böcekler	109
4.2.6.d. İnsan besini olarak böcekler	110
4.2.7. Bal ve bal ürünleri üretiminde böcekler	132
4.2.7.a. Bal.....	137
4.2.7.d. Polen.....	145
4.2.7.e. Propolis.....	146
4.2.7.f. Arı zehiri	148
4.2.8. İpek üretiminde böcekler.....	150
4.2.8.a. İpeğin tarihçesi ve dünyada ipek	152
4.2.8.b. İpek böcekçiliği	153
4.2.9. Boya ve gıda sanayiinde böcekler	156
4.2.9.a. Organik boyar maddelerin önemi	156
4.2.9.b. Mobilya cilası yapımında kullanılan böcekler	164
4.2.9.c. Gıdaların renklendirilmesinde kullanılan böcekler	170
4.2.10. Hastalıkların tedavisi ve ilaç yapımında böcekler.....	171
4.2.10.a. Apiterapi	171
4.2.10.b. Maggot tedavisi	177
4.2.10.c. İlaç yapımında kullanılan böcekler.....	178
4.2.11. Adli entomolojide böcekler	180
4.2.11.a. Adli entomolojinin önemi.....	181
4.2.11.b. Böceklerin adli tıp’da kullanılmasının nedenleri	182
4.2.11.c. Cesedin bozulma evreleri	185
4.2.12. Bilimsel çalışmalarda böcekler	194
4.2.12.a. Drosophila melanogaster	194
4.2.12.b. Teknolojiye ilham kaynağı olan böcekler	196
4.2.13. Popüler kültür, sanat ve ticarete böcekler	207
4.2.13.a. Dinsel inanış yönünden böcekler.....	209
4.2.13.b. Sembol olarak böcekler	218
4.2.13.c. Süs, takı eşyası olarak böcekler	223
4.2.13.d. Görsel sanatlara konu olan böcekler	228

4.2.13.e. Ticareti yapılan böcekler	233
4.3. İnsanların Böcekler Üzerindeki Etkileri.....	235
4.3.1. Tarımsal faaliyetlerin böcekler üzerindeki etkileri	236
4.3.2. Sanayileşmenin böcekler üzerindeki etkileri.....	243
4.3.3. Kentleşmenin böcekler üzerindeki etkileri.....	251
4.3.4. Aşırı avlanmanın böcekler üzerindeki etkileri	255
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	256
KAYNAKLAR	259
ÖZGEÇMİŞ	271

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Makro çekim altında böcek	3
Şekil 1.2. Afrika’da yaşayan dev bir kınkanatlı, dev bir <i>Coleopter</i> resmi.....	4
Şekil 1.3. Su Tahtakurusu suda yürürken	5
Şekil 1.4. Ateşböceği	7
Şekil 1.5. Böceklerin gelişim evreleri.....	13
Şekil 1.6. Yapraklarda saklanan böcekler.....	14
Şekil 4.1. Böcek koleksiyonunu içeren bir görüntü.....	34
Şekil 4.2. Tozlaşma ve tozlayıcı arı	38
Şekil 4.3. Balarısı (<i>Apis mellifera</i> L.)	42
Şekil 4.4. Polinatör bir arı	44
Şekil 4.5. Polenlerle kaplı bombus arısı	51
Şekil 4.6. <i>Bombus terrestris</i>	53
Şekil 4.7. <i>Nomia melanderi</i> ve <i>Megachile rotundata</i>	56
Şekil 4.8. <i>Blastophaga psenes</i>	57
Şekil 4.9. Polinatör bir sinek.....	63
Şekil 4.10. <i>Rafflesia arnoldi</i> bitkisi ve sinek	63
Şekil 4.11. <i>Theobroma cacao</i> ve <i>Ornidia obesa</i>	65
Şekil 4.12. <i>Ipomoea purpurea</i> ve <i>Bedellia terenodes</i>	68
Şekil 4.13. <i>Tegeticula maculata</i> ve <i>Hesperoyucca whipplei</i>	68
Şekil 4.14. <i>Xanthopan morgani</i> ve <i>Orchidaceae</i>	69
Şekil 4.15. Polinatör bir karınca	71
Şekil 4.16. <i>Pseudomyrmex ferruginea</i> ve <i>Acacia cornigera</i>	72
Şekil 4.17. Bok Böceği bok yuvarlarken	74
Şekil 4.18. <i>Aphotaenius carolinus</i>	75
Şekil 4.19. <i>Canthon pilularius</i>	76
Şekil 4.20. <i>Copris fricator</i>	76
Şekil 4.21. Samanyolu gökadasını kullanan bokböcekleri	77
Şekil 4.22. <i>Onthophagus hacete</i>	80
Şekil 4.23. <i>Necrophorus vespillo</i> bir kemirgen leşinde	81

Şekil 4.24. Siyah parıltılı leş böceği (<i>Silpha atrata</i>).....	82
Şekil 4.25. <i>Dermestid</i> larvası ve <i>Dermestes maculatus</i>	83
Şekil 4.26. Mavi leş sineği (<i>Calliphora vomitoria</i>)	85
Şekil 4.27. <i>Lucilia Sericata</i>	86
Şekil 4.28. <i>Sarcophaga africa</i>	87
Şekil 4.29. <i>Musca Domestica</i>	88
Şekil 4.30. <i>Xyleborus dispar</i> ve <i>Xyloterus lineatus</i>	89
Şekil 4.31. <i>Acanthocinus aedilis</i>	90
Şekil 4.32. <i>Chalcophora mariana</i>	91
Şekil 4.33. Toprakaltı termitlerinin görünüşleri	92
Şekil 4.34. <i>Camponotus pennsylvanicus</i>	93
Şekil 4.34. <i>Eriosoma lanigerum</i> ve <i>Aphelinus mali</i>	103
Şekil 4.35. <i>Pseudaulacaspis pentagona</i> ve <i>Prospaltella berlesei</i>	103
Şekil 4.35. <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> ve <i>Leptomastix dactylopii</i>	104
Şekil 4.36. <i>Dialeurodes citri</i> ve <i>Serangium parcesetosum</i>	105
Şekil 4.37. <i>Chapulines</i>	120
Şekil 4.38. <i>Lethocerus indicus</i> (Taylandlı Dev Su Böceği).....	121
Şekil 4.39. Haşlanmış ağustos böcekleri	121
Şekil 4.40. <i>Sympetrum flaveolum</i> (Yusufcuk)	122
Şekil 4.41. Süne (<i>Eurygaster integriceps</i>).....	123
Şekil 4.42. Kavrulmuş buğdaybiti (<i>Sitophilos granarius</i>).....	123
Şekil 4.43. Palmiye böcekleri	124
Şekil 4.44. Unkurdu larvası (<i>Tenebrio molitor</i>).....	125
Şekil 4.45. <i>Mopane</i> tırtılı	126
Şekil 4.46. Witchetty kurtçukları	127
Şekil 4.47. Kızartılmış ipek böcekleri.....	127
Şekil 4.48. Yaban arısı larvası	128
Şekil 4.49. Taco sosu	129
Şekil 4.50. Karınca soslu salata ve Çikolata kaplı karınca şekerlemeleri.....	129
Şekil 4.51. Kızartılmış termitler.....	130
Şekil 4.52. Sivrisinek larvaları (<i>Culicidae</i>).....	131
Şekil 4.53. <i>Apis mellifera</i>	133

Şekil 4.54. Mağaradaki bal alan kadın resmi	134
Şekil 4.55. İbni BUTLAN'a ait arı resimleri	136
Şekil 4.56. Bal	138
Şekil 4.57. Balmumu	142
Şekil 4.58. Arı sütü	143
Şekil 4.59. Kovandan toplanarak topak haline getirilmiş propolis.....	147
Şekil 4.60. Arı zehirinin toplandığı cam levhalar	149
Şekil 4.61. <i>Bombyx mori</i> ve koza.....	150
Şekil 4.62. Mulberry ve Tasar, Muga ve Eri ipek böcekleri.....	155
Şekil 4.63. <i>Dactylopius coccus</i> Dişi (Sol) ve Erkek (Sağ)	161
Şekil 4.64. <i>Vermilio planchon</i> ve Kermes ile boyanmış tekstil.....	162
Şekil 4.65. <i>Ceroplastes rusci</i> (Dişi).....	163
Şekil 4.66. <i>Porphyrophora tritici</i> ve Koşnil ile boyanmış Roma Tekstili.....	164
Şekil 4.67. Lak böcekleri	165
Şekil 4.68. Gomalak ve Şellâk	166
Şekil 4.69. Gomalak cila.....	167
Şekil 4.70. Gomalak cila yapılan bir ud.....	167
Şekil 4.71. Arı zehiri.....	172
Şekil 4.72. Doğrudan hastayı iğneleme yöntemi	173
Şekil 4.73. Eczanelerde satılan bir propolis.....	176
Şekil 4.74. <i>Lucilia sericata</i>	177
Şekil 4.75. <i>Muscidae</i> larvası	186
Şekil 4.76. <i>Calliphora vicina</i>	187
Şekil 4.77. <i>Sarcophaga carnaria</i>	187
Şekil 4.78. <i>Dermestes lardarius</i> (ergin) ve <i>Dermestes lardarius</i> (larva)	188
Şekil 4.79. <i>Aglossa pinguinalis</i> (ergin).....	189
Şekil 4.80. <i>Silpha obscura</i>	190
Şekil 4.81. <i>Tineola bisselliella</i> (larva) ve <i>Tineola bisselliella</i> (ergin).....	192
Şekil 4.82. <i>Attagenus pellio</i> (ergin)	192
Şekil 4.83. <i>Tenebrio obscurus</i>	193
Şekil 4.84. <i>Drosophila Melanogaster</i>	195
Şekil 4.85. Şnorkel-sivrisinek larvası	197

Şekil 4.86. <i>Vespa crabro</i> ve yaptığı kağıttan yuva	199
Şekil 4.87. Palmiye böceği ve mikro anahtar	200
Şekil 4.88. Yusufçuk ve Skorsky	202
Şekil 4.89. Robot böcek	203
Şekil 4.90. Karınca robot	203
Şekil 4.91. Mücevher böceği ve Ole robot	205
Şekil 4.92. Sayborg böceğin üstten ve yandan görünümü	205
Şekil 4.93. A) Sayborg güve tesisatı, B) Güveye uyarıcı sinyal verilmezken, C) Güveye kanadını yukarı kaldırma sinyali verildiğinde, D) Güveye kanadını aşağı indirme sinyali verildiğinde	206
Şekil 4.94. Sayborg bir güvenin i) Koza evresi, ii) Erişkin evresi	207
Şekil 4.95. Karnak Tapınağı'ndaki dev kutsal bok böceği heykeli	210
Şekil 4.96. Karnelyan.....	211
Şekil 4.97. Altın, lacivert taşı, kuvars ve akikten yapılmış pazıbent	212
Şekil 4.98. Kalp bok böceği	212
Şekil 4.99. Girit'te, kilden yapılmış, boynuzlu bok böceği	214
Şekil 4.100. İdama karşı sembolize edilmiş bir hamam böceği	219
Şekil 4.101. Militarist böcek	220
Şekil 4.102. Karınca bayrakları	221
Şekil 4.103. a) Mutasyona uğramış, b) nesli tükenmekte olan kelebek.....	222
Şekil 4.104. Müzik aletleri şeklinde sembolize edilmiş böcekler.....	222
Şekil 4.105. Bok böceği yüzüğü	223
Şekil 4.106. Bok böceğinin dış iskeletinden tasarlanmış takı.....	224
Şekil 4.107. Saç kordelasındaki üç <i>Chrysophora chysochlora</i>	225
Şekil 4.108. G. Amerika'da Kızılderili bir çocuğun taktığı <i>M. actaeon</i> 'un pronotumu	226
Şekil 4.109. Mücevherlerle süslenmiş canlı Böcek Broş.....	227
Şekil 4.110. Buprestid'lerden yapılmış küpe, yüzük, kolye ucu, anahtarlık ve pano ...	228
Şekil 4.111. Bal toplayan kadın ile natürmort su böceği heykeli	229
Şekil 4.112. a) Şarkı söyleyen k., b) Seguy'in tasarımı, c) Klein'in natürmortları	230
Şekil 4.113. Komarno'da ki dünyanın en büyük sivrisinek heykeli	231
Şekil 4.114. Kraliyet Sarayının böceklerle kaplı tavan ve avizesi.....	232

Şekil 4.115. <i>Allomyrina dichotoma</i> ve <i>Dorcus curvidens</i>	234
Şekil 4.116. Vietnam kelebeği	234
Şekil 4.117. <i>Austroicetes cruciata</i>	237
Şekil 4.118. a) <i>Lycaena dispar</i> , b) <i>Speyeria nokomis coerulescens</i>	238
Şekil 4.119. a) <i>Euproserpinus euterne</i> , b) <i>Euproserpinus wiesti</i>	239
Şekil 4.120. <i>Cicindela columbica</i>	240
Şekil 4.121. <i>Synanthedon castanea</i>	241
Şekil 4.122. <i>Megalagrion pacificum</i>	242
Şekil 4.123. <i>Ophogomphus howei</i>	243
Şekil 4.124. Hava kirliliğini yansıtan fotoğraf.....	244
Şekil 4.125. <i>Eophilaenus lineatus</i>	245
Şekil 4.126. <i>Delia radicum</i>	246
Şekil 4.127. <i>Euphydryas editha</i>	247
Şekil 4.128. <i>Myzus persicae</i>	248

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Balarılar tarafından polinasyonu sağlanan bitkiler	49
Çizelge 4.2. Kulları nılan tozlaşma yöntemlerinin serada domates üretimine etkileri	53
Çizelge 4.3. Farklı yöntemlerle tozlanan domates bitkisinde 1 m ² den toplanan ürün miktarı.....	54
Çizelge 4.4. Yabancı otlarda biyolojik kontrol ajanı böceklerin taksonomisi	98
Çizelge 4.5. Arthropoda şubesine ait bazı önemli predatör takım ve familyalar.....	106
Çizelge 4.6. Dünyada biyolojik mücadelede kullanılan parazitoit familyalara ait türlerin zararlıları kontrol sayıları.....	107
Çizelge 4.7. Protein miktarı bakımından bazı gruplar	118
Çizelge 4.8. Balın bileşimini oluşturan maddelerin % ortalama değerleri	139
Çizelge 4.9. Dutla beslenmeyen başlıca ipek böcekleri.....	154

1. GİRİŞ

Çoğumuzun hiç tanımadığı, adını bile duymadığı ama biz insanlara büyük faydaları dokunan doğa dostu canlılardan olan böcekler, tarihin en eski çağlarından beri insanlarla sıkı bir ilişki içerisindeyler. Böcekler olmasa bitkilerin çoğu tükenir, insan ve diğer canlıların varlığı tehlikeye düşer, doğanın dengesi bozulmuş olurdu. Bu meçhul askerleri birçoğumuz tanımıyor, tanımadığımız için de onlara bilerek ya da bilmeyerek zarar verip yok etmeye çalışlarımız oluyor. Oysa, tanıyıp faydalarını bilirsek onları koruyup kollayabiliriz. Onları koruyup kollamak ise aynı zamanda kendimize, çevremize ve dünyamıza iyilik etmek demektir. Böcekler, dünyamız için o kadar önemli hayvanlardır ki, kendilerine ait bilim dalları bile vardır. Böcekleri inceleyen bilim dalına “Entomoloji” denir. Esas olarak, Zoolojinin bir dalı ise de yeryüzünde mevcut hayvan türlerinin yarısına yakın kısmını oluşturmaları ve ekonomik önemlerinden dolayı ayrı bir bilim dalı altında incelenmektedirler. Diğer canlılarla kıyaslandığında, böceklerin çok ayrı bir yeri vardır. Fosil kayıtlarından anlaşıldığına göre, böcekler en az 400,000,000 yıldır varlıklarını sürdürmektedirler. Bu dönem boyunca, çeşitli felaketler yaşanmış, dünyadaki hayvan türlerinin büyük bir kısmı yok olmuş ama bu olaylardan belki de hiç etkilenmemişlerdir. Sahip oldukları üstün tasarımları ile her türlü ortamda yayılmış ve çoğalmışlardır. Çölde, ormanda, göllerde, volkanlarda, sıcak sularda, buzullarda, bahçemizde, evimizde, kısacası her yerde böceklere rastlamak mümkündür.

İnsanların günlük hayatta nadir olarak birkaçını gördüğü ve çok küçük oldukları için fazla önemsemediği böcekler, dünya yaşamının “milyonlarca yıldır” parçası olmayı sürdürmüş oldukça dirençli canlılardır. Dünya üzerinde yaşayan hayvanların %50’sini yaklaşık 1.000.000’den fazla türle böceklerin oluşturduğu söylenmekte ve her geçen gün bilim insanları tarafından yılda birkaç bin tür buna eklenmektedir.

Böcekler, yalnız tür sayısı bakımından değil, aynı zamanda fert sayısı bakımından da çok zengindirler. Böceklerin sahip olduğu kalabalık nüfusu birkaç örnekle şöyle açıklayabiliriz; Bugün yaşayan her insana karşılık 170,000,000 böcek denk gelmektedir. Böceklerin birey sayısı öyle büyük boyutlara ulaşmıştır ki, bir domates bitkisinin

üzerinde 25,000 yaprakbitine ya da bir arı kovanında 60,000 kadar arıya rastlanabilir. Bir beyazkarınca yuvasında 1,000,000 birey, bir çekirge sürüsü 2,000,000 bireyden oluşabilir ve ortalama ağırlığı 50,000 ton olabilir (Koç 2012).

Böceklerin nüfus sayımlarını tam olarak yapmak imkânsız bir şeydir. Bilim adamları böceklerin yaklaşık sayıları için “bin milyon kez bin milyon” olmalı demektedirler.

Böcekler, eklembacaklılar (Arthropoda) şubesinin Insecta sınıfı olarak, tür ve takson bakımından hayvanlar aleminin en kalabalık grubudur. *Arthros*: eklemli, eklem, oynak; *podos*: bacaklılar anlamına gelmektedir. Genel olarak 30'un üzerinde takım içermektedirler. Bu takımların dördü kanatsızlardan, geri kalanların hepsi kanatlılar alt sınıfındandır. Bu kalabalık alt sınıf da 16 yarı başkalaşım ve 10 tam başkalaşım takımı kapsar. Kanatsız böceklerin en tanınmış iki üyesi, Thysanura takımından gümüşçün ile Collembola takımından yaykuyruk'tur. Kanatlı böceklerin yarı başkalaşım grubundan düzkanatlılar (Orthoptera) takımı çekirgeleri ve cırcırböceklerini kapsar. Hamamböcekleri ile peygamberdeveleri Dictyoptera takımındandır. *Dermaptera* takımını oluşturan kulağakaçanlar, düzgünce katlanmış kanatlarını çok seyrek kullanırlar. Termitler (Isoptera) tıpkı karıncalar gibi koloni halinde yaşar ve onlara benzeyen davranış biçimleri gösterirler ancak karıncalarla hiçbir akrabalıkları yoktur. İnsanın ve bazı memelilerin asalağı olan emici bitler ile kuşların vücudunda yaşayan ısırıcı bitler Phtiraptera takımını oluşturur. Bunlar kanatlı böcekler arasında sınıflandırıldıkları halde kanatları körelmiştir. Çok zarif görümlü böcekler olan günsineklerinin (Ephemeroptera) ömrü genellikle birkaç saati geçmez. *Odonata* takımını oluşturan kızböceklerinin ya da yusufçukların dar ve uzun kanatları bazı türlerde göğüse kısa bir sapla bağlanır. Eşkanatlılar (Homoptera) ile yarımkanatlılar (Hemiptera) çoğu kez birlikte sınıflandırılacak kadar birbirine benzeyen iki takımdır. Nitekim Ağustosböcekleri, şeytan tükürükleri (salyalı bitler), yaprak bitleri ve kabuklu bitler yalnızca bitki özsularıyla beslenen birer eşkanatlıdır. Dolayısıyla, "bit" adını taşıyan üyelerinin de gerçek bitlerle bir akrabalığı yoktur. Kanatlı böceklerin tam başkalaşım grubu en yakından tanıdığımız böcekleri ve çok kalabalık takımları içerir. Örneğin, kınkanatlılar (Coleoptera) yaklaşık 250.000 türüyle en kalabalık böcek

takımıdır. Uğurböceği, ateşböceği, bokböceği ve karafatma birer kınkanatlıdır. Bu büyük takımı, karıncaları arıları ve yaban arılarını içeren zarkanatlılar (Hymenoptera) ile güveleri, ipek böceklerini ve kelebekleri içeren pulkanatlılar (Lepidoptera) izler. Karasinek, atsineği, tatarcık ve sivrisinek gibi iki kanatlı böceklerin çoğu çiftkanatlılar (Diptera) takımını, pireler de Siphonaptera takımını oluşturur (Anonim 2008).



Şekil 1.1. Makro çekim altında böcek (Anonim 2012)

İnsanlar genellikle, örümcek, akrep, tespihböceği, kırkayak gibi eklembacaklı hayvanlara böcek demektedirler. Oysa böcekler konusunda uzmanlaşmış bir entomolog için böcek sözcüğünün anlamı daha dar ve belirlidir. Bu uzmanların yaptığı sınıflandırmada, örümcek ve akrepler ayrı, böcekler ayrı bir sınıftır. Tespihböceği de gerçek böceklerle değil ıstakoz, karides, yengeç gibi kabuklu deniz hayvanları ile aynı

sınıftandır. Kırkayaklar da öbürlerinden ayrı bir sınıf oluşturur. Kısacası böcekler ile bütün bu hayvanların tek ortak noktası hepsinin eklembacaklı olmasıdır (Anonim 2007).

Böcek adı çok kere böcek olmayan hayvanlar için de kullanılırsa da böceklerin, akrobalarından ayırt edilmelerine yardımcı en önemli özelliklerinden biri, bacak sayısının hiçbir zaman altıyı geçmemesidir. Bu özellik böcekleri bütün diğer eklembacaklılardan ayıran temel farklardan biridir. Gerçekten de erişkin bir böceğin dört bacağı olabilir; hatta bazılarının hiç bacağı olmayabilir. Ama larva evresindeki geçici bacakları, örneğin kelebek tırtıllarının sonradan kaybolan ek bacaklarını saymazsak, erişkin bir böceğin en çok 6 (3 çift) bacağı olabilir. Oysa eklembacaklıların öbür sınıflarında bacak sayısı en az sekizdir (Anonim 2008).

Bugün yaşayan böceklerin çoğu küçük hayvanlar olup, gözle kolay kolay görülemeyecek türleri de bulunmaktadır. Oysa bundan milyonlarca yıl önce yaşayan bazı kızböcekleri kanatlarını açtıklarında genişliği bir uçtan öbür uca 76 cm'yi bulmaktaydı. Fosillerinden anlaşıldığına göre bu böcekler bugün yaşayan herhangi bir türün en az üç katı büyüklüğündeydi. Bugünkü hamamböcekleri, kelebekler, güveler, karıncalar, yabanarıları ve sinekler de ataları kadar iri değildir. Ama Afrika'da 12 cm uzunluğunda dev kınkanatlılar (Şekil 1.2) yaşamaktadır (Anonim 2007).



Şekil 1.2. Afrika'da yaşayan dev bir kınkanatlı (Anonim 2007b), Dev bir Coleopter resmi (Anonim 2007c)

Yeryüzünün hemen hemen her köşesine dağılmış olan böceklerin küçük yapılı olmaları düşmanlarından kolayca kaçabilmelerini sağlamaktadır. Düşmanı yaklaştığı zaman böcek, yerdeki veya ağaç kabuklarındaki küçük oyuklara gizlenmekte veya kanatlarını kullanarak oradan uzaklaşmaktadır. Vücutları küçük olduğundan, yaşamlarını sürdürebilmek için çok az besin, su ve oksijen gereksinimi duyarlar. Bu omurgasız hayvanlar Kuzey kutbundan Antarktika'ya, dağ doruklarından çöllere, ormanlardan akarsu ve göllere kadar her yere dağılmışlardır. Buna karşılık içlerinden pek azının deniz yaşamına uyum sağlamayı başarabilmiş olması şaşırtıcıdır. Suda yüzen çok ilginç böcekler de vardır. Su tahtakuruları (Hemiptera; *Hydrocorisae*) denen bu grubun bazı üyeleri, uzun arka bacaklarıyla “kürek çekerek” suların derinliklerinde sırtüstü ya da karın üstü yüzmektedirler (Şekil 1.3) (Anonim 2014).



Şekil 1.3. Su Tahtakurusu suda yürürken (Anonim 2013)

Bazı böcekler, hiç bir canlının yaşayamadığı susuz çöllerde yaşarlar. Bazı türler ise, Güney kutbu buzullarında yaşamaktadır. Bazı böcekler (Chironomidae larvaları), yer altındaki derin mağaralarda ve sıcaklığın 50°C'yi bulduğu kaynaklarda bile yerleşebilir. Bir böcek türü (Sivrisinek larvaları), hemen hemen bütün öteki canlılar için öldürücü olabilecek kadar asitli olan sirke içinde yaşar. Bir tür sineğin (Ephyridae) larvaları, ham

petrol birikintilerinde yaşamaktadır. Bazı böcek türleri ise, canlıların üzerinde veya içlerinde asalak olarak yaşarlar (Anonim 2014).

Bu küçük yaratıkların en büyük düşmanı soğuktur. Mesela bazı böcekler bir tür antifriz üreterek vücut sıvılarının donmasını engellerler. Böylece Himalaya dağlarının yüksek tepelerinde bile yaşayabilirler. Genel kanı olarak, biyoloji biliminde böceklerin karasal hayvanlar olduğu söylene de, denizde yaşayan bazı türler de bulunur. Ancak bu denizde yaşayan böceklerin sayısı karada yaşayanlara nazaran çok daha az olduğundan, böceklerin karasal canlılar olduğu kabul edilmiştir. Bilim insanlarının incelemeleri sonucunda böceklerin bilinen tüm ekosistemlerde milyonlarca yıldır hayatta kalmayı başaran nadir canlılar arasında yer aldığı saptanmıştır (Anonim 2013).

Böcekler, farklı besinlerle beslenirler; Peygamber böcekleri etçidirler, Ağustos böcekleri bitki ile beslenirler, Kulağakaçanları da içeren bir grup ise, hem otçul hem de etçidir. Çoğu tür bitki yiyerek beslense de, diğer hayvanlarla beslenen pek çok böcek türü de bulunmaktadır. Bunlar dışında bazı bitki ya da besin maddelerinden başka bir şey yemeyen ve bu nedenle de yediği maddeye göre isimlendirilen böcek türleri de vardır. Genele kıyasla sayıları az olsa da bazı böcek türleri ise organik ya da inorganik farklı çok çeşitli maddelerle beslenebilmektedirler. Genel olarak böceklerin neredeyse hemen her şeyi besin olarak tüketebildikleri söylenebilir.

Bazı böcekler tek tek ya da koloniler halinde yaşar. Bazılarında toplum halinde yaşama çok ilerlemiştir. Bilhassa arılar ve karıncalar toplum halinde yaşamak ve iş sorumluluğunu bilmek bakımından birçok memelileri bile geride bırakmıştır. Hamamböcekleri üzerinde yapılan araştırmalar, bu böceklerin de, sosyal bir yaşama sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır.

Böcekler, avlanmak veya avcılarından korunmak için son derece başarılı uyumlar kazanmışlardır. Renklenmeleri büyük çeşitlilik gösterir. Mesela; ateşböceğinin (*Lampyris noctiluca*) ışık çıkarma özelliği vardır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Ateşböceği (Anonim 2013a)

Bazı böcekler, parlak ve göz alıcı renklerde olmasına karşılık, bazı böcekler, hem renk hem de biçim bakımından üzerinde yaşadıkları bitkinin veya toprağın rengini ya da biçimini almışlardır. Örneğin; zehirli böcekler çoğunlukla parlak renkli olurlar. Eşekarıları parlak bir vücut yapısına sahip olduğu için, bu böceklerin düşmanları, parlak renkli nesnelerden uzak dururlar. Bazı zararsız böcekler ise, tıpkı sokan böcekler gibi parlak renkli olmalarından dolayı, bu benzerlikten yararlanarak kendilerini koruyabilirler. Örneğin; iğnesiz bir tür sineğin vücudunda tıpkı arılara benzer çizgiler vardır. Kurbağalar, bu sineği, eşekarısı sanarak dokunmazlar (Anonim 2014).

Böceklerde erkekler, dişilerden daha ufak ve daha parlak renklidir. İki eşey arasında renk ayrılığı bile göze çarpar. Meselâ; pislik böceğinde erkekler nefis bir gök mavisi, dişiler ise kırmızıdır. Kız böceklerinde erkekler ilk bakışta yeşil renkleri ile esmer kanatlarından, dişiler ise esmer renkleri ile saydam kanatlarından tanınırlar. Kelebeklerde kanatların rengi ile deseni eşeyler arasında değişiklik gösterir. Misal olarak; lahana kelebeğinde dişinin açık sarı renkli kanatlarında erkeğinkinden daha fazla siyah leke dikkati çeker (Anonim 2014c).

Salgı bezi çeşitliliği ve yapısı bakımından zengin bir vücut yapısına sahip olan böcekler; zehir, ipek, tükürük, yağ, mum ve daha pek çok farklı maddeler salgılayabilmektedirler. Savunma amaçlı salgılarıyla itici bir koku salgılayabildikleri gibi, çiftleşme için çekici bir kimyasal salgı da salgılayabilmektedirler. Düşman tanıma, yuva yapma, alarm verme ve besin yerine doğru iz oluşturma da bu bezler görevlidir. Dışa salgılanıp o türün diğer bireyleri üzerinde etkilere yol açan salgılar (feromon), böceklerin birbirleriyle iletişimini sağlayarak davranışlarında değişikliklere neden olur. Karıncalar yuvalarını, balarılar da kovanlarını çok uzaklara da gitseler şaşırmadan bulurlar. Hamamböceklerinde, erkeklerin abdomeninde cinsel çekici koku yayan salgı bezleri bulunmaktadır. Eşekarıları ve karıncalarda çok gelişmiş olan zehir bezleri sokucu iğne ile birleşmiş olup vücudun son kısmında bulunur (Anonim 2012a).

Böcekler, milyonlarca yıl boyunca son derece kullanışlı vücut şekilleri geliştirmişlerdir. Örneğin; bir başka önemli sınıf olan memelilere kıyasla, çok küçük alanlara sığabilen ve çok az yiyeceğe ihtiyaç duyan küçük vücutları vardır. Nazik et tabakalarıyla kaplı bir iskelet yerine, hayati organlarını koruyacak dayanıklılıkta, fakat aynı zamanda eklemli olduğundan hareket serbestliğini sınırlandırmayan bir zırhları vardır. Böcek vücudu derin çizgilerle üç ayrı bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler baş (*cephalo*), göğüs (*thorax*) ve karın (*abdomen*)'dır. Bu yapı biçimi böcekleri öteki eklemli canlılardan ayırır.

Baş; böceğin gözlerinin, duyarlarının (anten), ağzının ve aldığı besinleri kesip parçalamaya veya emmeye yarayan ağız parçalarının bulunduğu yerdir. Başın yapısı, oldukça karmaşıktır; bu yüzden başın önemli bölümlerini inceleyebilmek için bir büyüteçle bakmak gerekir. Genel olarak böceklerin iki gözü ve iki anteni vardır. İri bir çekirgede veya sinekte anten gibi uzanan bir çift duyarayı ve her biri çok sayıda küçük gözden oluşmuş iri bileşik gözleri görebiliriz. Petek göz denen bu bileşik gözlerden başka böceklerin üç basit ya da yalın gözü daha vardır. Hafifçe parıltıyan bu küçük gözler birbirinden uzakta yer alır. Hayvan petek gözlerinin her peteğiyle, baktığı alanın küçük bir bölümünü görür ve bu görüntülerin birleşmesiyle mozaik gibi bir görüntü oluşur. Bu görüntü insandaki gibi ters değil düzdür. Üstelik böcekler, insan gözünün algılayamadığı morötesi ışınları da algılayabilmektedirler (Anonim 2007).

Gözlerin yakınında, başın iki yanında bulunan duyargalar böceğin dokunma ve koku alma organlarıdır. Değişik biçimlerde olabilir. Önüne her çıkan besin maddesini yiyenlerin duyargaları kısa, besini uzun müddet aramak zorunda olanların ise, uzundur. İpliksi, sivri veya uçlarında yumrulu olabildikleri gibi, tüye veya tıraşa benzeyen tipleri de vardır. Bir böceği, tespit etmek için, önce duyargalarına bakmak iyi bir fikirdir.

Gözlerin altında çene ve dudaklarla birlikte ağız parçaları yer alır. Böceklerin alt ve üstçeneleri bizimki gibi aşağı-yukarı değil, iki yana doğru hareket eder. Ama bütün böceklerin çene ve ağız yapısı yiyeceklerini çiğnemeye değil, çoğununki emmeye uyarlanmıştır ve çeşitli besin alma tarzlarına göre şu tipleri vardır;

- Çiğneyici ağız: (Çekirgeler, Hamam böcekleri, Termitler ve Coleopterler),
- Yalayıcı-emici ağız: (Arılar),
- Emici ağız: (Lepidoptera),
- Sokucu-emici ağız: (Diptera, Homoptera, Hemiptera (Heteroptera)),

Bu özellikler sayesinde hayvan rahatça besinini almış olur. Sivrisinekler, boru biçimindeki iğnesini sokar, sonra etteki kanı emer. Kelebekler, kıvrılmış bir hortuma benzeyen ağız aletleriyle çiçeklerin öz suyunu emer. Çekirgeler ise, adeta taraklı bir makası andıran ağız yapısıyla bitkileri kemirirler.

Göğüs; böceğin bacaklarının ve kanatlarının bulunduğu kısımdır. Erişkin bir böceğin hareketlerini denetleyen bütün organlar göğsünde toplanmıştır. Göğüs, üç kısımdan meydana gelmiştir. Her kısımda, sağdan ve soldan birer bacak çıkar. Baştan itibaren ikinci ve üçüncü kısımlarda da birer kanat bulunur. Böceklerin bacakları, bulundukları ortamda yaşamalarına elverişli bir biçim almıştır. Bacaklar, böceğin yaşadığı ortama göre şu tipleri gösterir;

- Koşucu: (Hamam böceği),
- Sıçrayıcı: (Çekirge),
- Yüzücü: (Dytiscidler),

- Kazıyıcı: (Danaburnu),
Temizleyici :(Nymphalidler)
Toplayıcı (Bal arıları)
Tutucu : (Dytiscidler)
Çengelli :(Belostomatidler)
- Yakalayıcı: (Peygamber devesi).

Arılar, arka bacakları üzerinde bulunan sepetçikler sayesinde, çiçeklerden topladıkları polenleri, burada depo ederler. Karasineklerin bacaklarının uçları ise, çengellidir, ayrıca cam üzerinde ve tavanda yürüyebilmelerini sağlayan çekmenleri vardır.

Vücut yapılışı bakımından böceklerde 2 çift kanat bulunursa da bazılarında bu kanatların 1 çifti yoktur, bazılarında da hiç kanat bulunmaz. Arılar ön kanatlarını uçmak, arka kanatlarını denge bulmak için kullanırlar. Karasineğin ikinci çift kanatları kısa kalmış, denge organı halini almıştır. Kınkanatlılar uçmak için yalnız arka kanatlarından yararlanırlar. Ön kanatları, gerçek kanatlarla karnı koruyan, fakat uçmak için işe yaramayan bir çift kavisli ve derimsi kalkan şeklini almıştır. Bazı karıncalar kanatlarını kaybederler. Bazı asalak böceklerin (bit, pire, tahtakurusu gibi) kanatları yoktur. Bazı kelebekler ise yalnızca kanattan ibaret gözüdürler. Kanatlar o kadar faydalıdır ki, sahiplerini, yeni çevrelere, daha iyi yiyecek stoklarına, eşlerine taşır ve düşmanlarından uzaklaştırır. Hayvanlar aleminde "uçma" ilk defa bu grupta ortaya çıkmıştır ki, böceklerin kanatları, kuşların kanatlarından farklı yapıdadır.

Karın; iç içe geçen birtakım halkalardan meydana gelmiştir. Böcek vücudunun en büyük kısmı karındır. Kalp, mide gibi iç organlar karın bölümündedir. Erişkin böceğin vücudu bir kabukla örtülüdür. Bu kabuk çoğunlukla kitin denilen sert ve su geçirmez bir maddeden oluşur. Kabuğun eklemli oluşu böceğe korunma olanağı sağlar. Özellikle düşman sayılan öteki böcek türleri, böceğin yumuşak vücuduna bu kabuk nedeniyle doğrudan saldırıamazlar. Ayrıca, kabuğun su geçirmez oluşu, böceğin yağmurlu havalarda ıslanmamasını sağlar ve kuru ve sıcak havalarda kuruyarak ölmesini önler. Böylece, kuru çöl ikliminde yaşayan böcekler yaşamlarını sürdürebilirler.

Böcekler bulundukları ortamı çok iyi tanıyabilirler. Çok gelişmiş ve duyarlı görme, koklama, dokunma ve işitme organları vardır. Örneğin; sinekler kendilerine doğru yaklaşan bir nesneyi görünce hemen uçarlar. Çünkü sinek başının iki yanında, birçok böcekte olduğu gibi 2 petekgöz vardır. Gözlerin konumu, sineğin hemen hemen her yönü görmesini sağlar. Böceklerin çok keskin tat alma ve koklama duyuuları vardır. Tat alma organları genellikle böceklerin ağız parçalarının çevresinde bulunmakla birlikte, sineklerde pulkanatlılarda ve kelebeklerde, bacaklarda da tat alma organları bulunur. Çoğu böcekler yalnız koklama ve tatma yoluyla tanınan besinle beslendikleri için, bu duyuular çok önemlidir. Kelebeklerle sinekler, bacak uçlarında bulunan sinir uçlarından dolayı tatlı maddeleri üzerinde yürümekle bile ayırt edebilirler.

Ses çıkaran böceklerde, birbirlerinin seslerini duymak için özel işitme organları bulunur. Bu organlar, aslında gergin zarlardır. Çoğu böceklerin işitme organları bacaklarda bulunmakla beraber, Düzkanatlıların işitme organları, karnın iki yanında ve kanatların altında yer almaktadır. Pulkanatlılar, duyarlı işitme zarlarının yardımıyla, yarasaların tiz sesini kolaylıkla duyup, en büyük düşmanlarından hızla uzaklaşırlar. Ağustosböceği, en yüksek sesi çıkaran böceklerden biridir. Genellikle erkek böcekler, dişi böceklerin dikkatini çekmek için çeşitli sesler çıkarırlar (Anonim 2014).

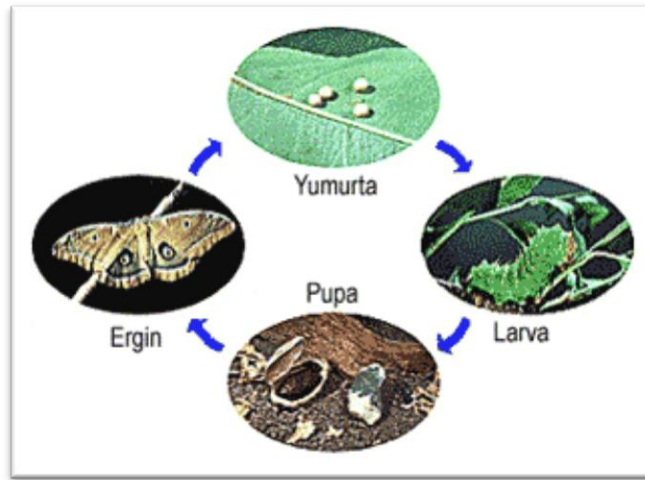
Çok basit beyin yapısına sahip olan böcekler, reflekslerle hareket ederler. Ancak, karınca ve arı gibi böcekler, deney yoluyla bazı bilgiler öğrenebilirler. Bu tür öğrenme için, anıları biriktiren daha gelişmiş bir beyne gerek vardır. Bu böceklerin beyinleri, vücutlarına oranlandığında, öteki böceklerin beyinlerinden daha büyüktür.

Böceklerin vücutlarında bulunan çizgili kaslar, kısa ve kalın olduğu için çok hızlı hareket etmelerine sebep olur. İnsan vücudunda 800 kas olduğu halde, tırtılların vücutlarında 4000 kadar kas vardır. Kaslar, integumente bağlı olduğu için bu integument, böceklerin hafif olmalarını sağladığı gibi, kullanışlı bir kaldırma sistemi de görürler. Örneğin; pireler bu kısa ve kalın kaslar sayesinde 25 cm kadar yükseğe sıçrayabilirler. İnsan kasları, pirelerdeki gibi kısa ve kalın olsaydı, sıçradıklarında 60 metre yüksekliğe çıkmaları mümkün olabilirdi (Anonim 2014).

Böcekler, genellikle karnın yanlarında bulunan solunum gözenekleri yoluyla solunurlar. Solunum “trake” denilen solunum borucukları ile yapılır. Bütün hayvanlar oksijene ihtiyaç duyarlar. Solunum işlemi sırasında, solukla vücuda giren oksijen sindirilmiş besinlerin yakılmasını ve enerji üretimini sağlar. Açık dolaşım sistemine sahip olan bu hayvancıkların vücutlarında dolaşan "hemolimf" çoğunlukla renksiz, bazen de soluk yeşil-sarı renktedir. Nehirlerde ve göllerde yaşayan böceklerin çoğu larva evresinde, solungaçlarının yardımıyla solunum yaparlar. Solungaçlar, suda erimiş durumda bulunan oksijeni soğuran özel organlardır. Sivrisinek larvaları suda yaşamakla birlikte solungaçlara sahip değildirler. Bunlar, su yüzeyine doğru uzattıkları özel yapıların yardımıyla solunurlar. Böceklerin kanı, basit bir borucuklar sistemi içinde akar. Kalp, böceğin gerisinde yer alan kalınlaşmış bir borucuktur. Bu yapı, kanı vücudun ön tarafına doğru iter. Kan çeşitli organlara gidecek sindirilmiş besinleri iletir ve artık maddeleri toplar. Böceklerin sindirim sistemi ağızdan karın bölütünün ucunda bulunan bir deliğe doğru uzanan bir borucuktan oluşur. Sindirilecek besine, bu borucuk boyunca çeşitli kimyasal maddeler karışır. Sonuçta besin sindirilir ve kana geçer. Artık maddeler sindirim borucuğunun sonunda bulunan anüs yoluyla dışarı atılır.

Hemen hemen bütün böceklerde eşeyli üreme görülür. Yani dişiler bir erkekle çiftleşmedikçe, yavruların çıkacağı döllenmiş yumurtaları yumurtlayamaz. Yalnız, yaprakbitleri ve yaprak arıları gibi bazı böcekler erkeğin katkısı olmadan da döllenmiş yumurta bırakabilir. Hatta bazı türlerde tek eşeylilik görülür. Bu böcekler de döllenmeden üreyebildikleri için, o türün bütün bireyleri dişidir ve aralarında hiç erkek bulunmaz. Dişi böcekler, çoğunlukla yaşamları boyunca bir tek kere çiftleşir. Erkek böcekten dişinin vücuduna geçen hücreler, burada toplanarak binlerce yumurtanın gelişmesine katkıda bulunur. Kraliçe arı, çiftleşme sırasında erkek arıdan aldığı hücreleri birkaç yıl vücudunda taşıyabilir. Bazı dişi böcekler her defasında tek bir yumurta bırakır. Termit gibi bazı türler ise, günde 10,000'den çok yumurta bırakabilir. Çiftleşen dişi böceğin bıraktığı yumurtadan çıkan yavru böceğe larva denir. Lepidoptera takımına ait böceklerin larvalarına tırtıl adı verilir. Larvalarda kanat yoktur ve erişkinlerinden farklı besinlerle beslenirler. Larva büyüdükçe, dış derisi dar gelmeye başlar. Bu nedenle larvalar birkaç kez deri değiştirirler. Larva tam büyüdükten sonra,

erişkin böceğe dönüşmek için başkalaşma sürecinden geçer. Bu amaçla, rahatsız edilmeyeceği uygun bir yere yerleşir. İpekböceği larvası gibi bazı pulkanatlı larvaları, daha iyi korunabilmek için çevrelerine ipekten bir koza örürler. Daha sonra larva son bir kez deri değiştirerek pupaya dönüşür. Bu evre, başkalaşım süreci içindeki dinlenme evresidir. Pupaların derisi oldukça serttir. Pupa derisi incelendiğinde, içindeki erişkin böceğin bacakları ve kanatları görülebilir. Evsineği gibi bazı böceklerin pupaları gelişimlerini birkaç günde tamamlayabildiği halde, öteki böceklerde pupa evresi bütün bir kış mevsimi boyunca sürer. Gelişim tamamlanınca, pupanın sert derisi yırtılır. Tam olarak büyümüş olan böcek, dışarı çıkar. Vücudu nemli, kanatları küçük ve yumuşaktır. Ancak, 1-2 saat dışarıda kalınca, vücut kurur, kanatlar açılıp genişler ve böcek uçmaya hazır olur. Mayısböceği'nin başkalaşması 1 yıl sürdüğü halde, erişkin mayısböcekleri, çoğunlukla 1 günden fazla yaşamazlar. Bu kısa süre içinde çiftleşir, yumurtlar ve ölürlür. Bazı dişi termitler ise, 40 yıl kadar yaşayabilirler (Anonim 2011).



Şekil 1.5. Böceklerin gelişim evreleri (Anonim 2013b)

Bazı böcekler başkalaşımın tüm evrelerinden geçmezler. Düzkanatlılarla kızböcekleri yarı başkalaşma gösterirler. Yumurtadan çıkan yavrular erişkinlerine benzerler. Ancak, daha küçük ve kanatsızdırlar. Bu durumda nimf adını alırlar. Nimfler büyüdükçe, larvalar gibi deri değiştirirler. Çünkü derileri vücutlarına dar gelmeye başlamıştır. Her deri değişiminde biraz daha büyüyen, küçük kanatçıklar ortaya çıkar. Son deri

değişiminde, kanatlar gerçek büyüklüklerine erişir ve nimf erişkin sayılır (Anonim 2011). Böceklerin yumurtadan çıktıktan ve ergin hale geldikten sonraki yaşam süreleri, o böceğin ömrüdür. Yaşam süreleri böceklerin yaşam alanlarına, beslenme şekillerine ve türlerine göre değişmektedir. Bazı böcek türleri 1 gün yaşarken, bazı böcek türleri bir mevsim bazı böcek türleri ise yıllarca yaşayabilir. Dünyanın en uzun ömürlü böceği, kraliçe termittir. Yaklaşık 50 yıl yaşayan kraliçe termitlerin 100 yıl yaşayanlarına da rastlanmış olduğu söylenmektedir. Böceklerin ömürleri, böceklerin fiziki yapıları ile alakalı değildir. Çok küçük böcek türleri onlarca yıl yaşayabilir. Kraliçe termit buna en güzel örnektir (Anonim 2011).

Böceklerin birçok düşmanı vardır. Çok sayıda böcek, düşmanları tarafından öldürüldükleri halde, hızla çoğaldıkları için nesilleri tehlikeye girmez. Böcekler korunma ile ilgili çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bazıları bulundukları ortamda göze çarpmamayı başarırlar. Bazı böcekler yakalanacağını anlayınca ölü taklidi yaparlar. Kimi tırtıllar, üzerinde yaşadıkları dalın bir parçasıymış gibi görünürler. Çoğu tırtıllar ve bazı erişkin kelebekler yapraklara benzerler (Şekil 1.6). Birçok böceğin korunma amacıyla kullandığı iğnesi veya zehiri vardır. Bir tür kınkanatlı ise, vücudunun arka kısmından bir gaz çıkarır (Anonim 2011).



Şekil 1.6. Yapraklarda saklanan böcekler (Anonim 2009a)

Dünya üzerinde yaşayan en kalabalık topluluk olan böcekler, çalışkanlık, üretkenlik, uyum ve dayanıklılık gibi hayranlık uyandıran özellikleri ile insanlara pek çok alanda örnek olmaktadır. Böceklerin hassas antenleri, haberleşmek için kullandıkları kimyasalları, bir robot gibi tasarlanmış vücutları, her türlü koşulda yaşamalarını sağlayan dayanıklı yapıları, savunma ve saldırı amaçlı kullandıkları zehirleri, diğer canlılarla girdikleri ortak yaşam şekilleri, kelebek gibi kimi böceklerin sahip oldukları estetik doku, metamorfoz, avlanma ve kamuflaj taktikleri gibi sayısız özellik tek tek incelendiğinde ortaya olağanüstü bir tasarım çeşitliliği çıkar (Anonim 2014a).

Dünyamızdaki ekosistem, mükemmel bir uyum halinde ilerlemektedir. Bu sisteme göre, canlılar birbirleri ile beslenmekte ve ürettikleri, tükettikleri maddeler ile dünya üzerindeki dengeyi korumaktadırlar. Bu dengede, çok önemli bir rol üstlenen ve yüzyıllardır hiç aksatmadan, başarıyla görevini yerine getiren böcekler, çeşitli ekolojilere sahiptirler. Hacim ve sayı olarak, besin zinciri ve ağında büyük oranda yer alırlar. Yaşamalarının bir kısmını veya tümünü suda, karada veya toprakta geçirirler. Yaşamları bireysel, toplu, sosyal veya yarı sosyal olabilir. Göze çarpan veya gizlenen ya da diğer objeleri taklit eden türlerin yanısıra sadece gece veya sadece gündüz aktif olan türler de vardır. Böceklerin yaşam döngüleri sıcak-soğuk, ıslak-kuru gibi ekstrem koşullara rağmen ayakta kalmayı sağlayacak kuvvettedir.

Böcekler, hayatta kalmamızla yakından ilişkilidirler. Bazıları sağlığı tehlikeye sokacak hastalıklar taşıyabildiği gibi, bazıları da, tarım ve bahçecilikte zararlar meydana getirebilmektedirler. İnsan gıdası olan bitkilere ve depolanmış yiyeceklere, giyeceklere zarar vermekle beraber, mobilyaları hatta kitapları yemektedirler. Bir çekirge sürüsü, büyük bir tarlayı birkaç saatte yiyip bitirebilmekte, beyazkarıncalar ise evlerin kerestelerini oyup eşyalarımıza zarar verebilmektedir. Bu omurgasız canlılar, çeşitli kültür bitkilerine ve eşyalarımıza yaptıkları zararlardan dolayı ekonomik önem taşırlar.

Bazı böcekler hastalıkların yayılmasına neden olurlar. Sıtma, uyku hastalığı, kolera, sarı humma hep böcekler tarafından yayılan hastalıklardır. Ayrıca, evcil hayvanlara öldürücü hastalıkları bulaştırmasının yanı sıra, bitkiden bitkiye hastalık bulaştıran

böcekler de vardır. Tahtakurusu, hamamböceği, karınca ve daha birçokları da hastalık taşımadıkları halde insanın huzurunu kaçıran canlılardır.

Bazı böcekler, ya direkt besin olarak veya besin üretimine yardımcı olarak insanlara ve hayvanlara faydalı olurlar. Örneğin; dünyanın birçok yerinde tırtıllar, kınkanatlıların larvaları ve termitler, Arabistan ile Afrika'nın bazı bölgelerinde göçmen çekirgeler insanların en sevdiği yiyecekler arasında yer almaktadır. Doğada sonsuz sayıda bulunan böcekler, kuşların, çiftlik hayvanlarının ve memelilerin de sevdiği besin maddeleri arasında ilk sırada bulunmaktadırlar. Yiyeceklerimizin en kıymetlisi olan bal ile giyeceklerimizin en pahalısı olan ipek, balarısı ve ipekböceği tarafından üretilmekte, bu işlerle uğraşan insanlara yüksek oranlarda kazançlar sağlamaktadırlar. Yeni iş olanaklarının oluşmasına imkân tanıyan bu böcekler, ülke ekonomisine de ek katkıda bulunmaktadırlar. Birçok böcek, doğada dengenin sağlanmasında çok önemli rol oynar. Örneğin; çiçektozları erkek çiçekten dişi çiçeğe taşınmadıkça, çiçekli bitkiler hiçbir zaman çoğalamazlar. Bu görevi bir yandan rüzgâr, bir yandan da böcekler yerine getirmektedirler. Çiçekleri tozlamak suretiyle insanoğluyla işbirliği eden böcekler olmasa, meyvelerimizin, sebzelerimizin ve bahçe çiçeklerimizin birçoğundan mahrum kalırdık. Böcekler aracılığıyla tozlaşan bütün bitkilerin belki insana doğrudan yararı yoktur ama hepsi yaşadığımız dünyaya renk katmaktadırlar. Elma, armut, erik, şeftali, çilek gibi severek yediğimiz meyveler ile çeşitli sebzeler böcekler olmadan kolay kolay tozlaşamaz. İncir arıcığı olmasa incir yiyemeyiz. Çok önemli bir hayvan yemi olan üçgül ise döllenmesini yalnızca arılara borçludur. Çikolata seviyorsanız kakao ağacının tozlaşmasını gerçekleştiren küçük bir sineğe minnettar olabilirsiniz.

Birçok çevresel faydalara sahip bazı böcek türleri, kalabalık bir populasyon oluşturur ve yokluklarında, diğer organizmaları etkileyen karışıklıklar meydana getirirler. Bu türler, “kilit taşı türler” olarak adlandırılır ve yokluklarında kritik ekolojik fonksiyonun çökmesine neden olurlar. Örneğin; termitler selülozun dönüşümünden sorumludur ve yokluklarında büyük aksaklıklar meydana gelir (Sert 2003).

Çoğumuzun görmediği binlerce böcek, doğa'ya bırakılan dışkıları, hayvansal ve bitkisel artıkları, ölü ve leşleri yemek ve toprağa iade etmek suretiyle dünyamızın sağlığını korur ve toprağını bereketlendirirler. Bazı böcekler, yabancı ot ve kültür bitkisi zararlılarının ekonomik zarar eşiğinin üzerine çıkmasına engel olurlar. Örneğin; süprüntü sineklerinin larvaları ile uğurböcekleri özellikle yaprak ve kabuklubitler gibi tarım zararlılarını yiyerek insanlara yardımcı olurlar. Bunun yanında, Hemiptera ve Coleoptera takımına ait pekçok predatör tür ile parazitik arıların biyo-ajan olarak biyolojik mücadele de kullanılması ekosistem üzerindeki etkilerinin yanı sıra ülke ekonomisine milyon dolarlık katkılar sağlamaktadır. Günümüzde, eskiden olduğu gibi bazı hastalıkların tedavisinde artık böceklerden de faydalanılmaktadır. Arı zehiri ile çeşitli hastalıklar, göksineklerinin larvaları ile de kapanmayan yaralar tedavi edilmektedir. Adli soruşturmalarda cesedin ölüm yeri, zamanı ve sebebinin tespitinde böceklere başvurulurken, ilaç yapımında çeşitli şekillerde böceklerden de yararlanılmaktadır. Boya sanayinde doğal boyar madde ve mobilya cilası elde edilirken, çeşitli gıdaların renklendirilmesinde de böceklere başvurulmaktadır.

Böceklere popüler kültür, sanat ve eğlence aktivitelerinde yer verilirken, tarihi eser kaçakçılığı gibi bazı böcek türlerinin de çeşitli çalışmalar için kaçırılıp ticareti yapılmaktadır. İlginç renk ve desenlerle süslü böcekler, ziynet, süs eşyası, oyuncak ve sihir maddesi olarak kullanılmakta, birçoğunun amatörce koleksiyonu yapılmaktadır.

Belirli böceklerin karakteristik özellikleri genel biyolojik sürecin anlaşılmasında kullanılır. Örneğin; kısa nesil süresi, yüksek doğurganlık ve laboratuvarı kolay yetiştirilebilir olması *Drosophila melanogaster*'e model araştırma organizması olma özelliği kazandırmıştır. Bu çalışmalar moleküler, sitoloji, genetik ve embriyoloji alanında bilgiler kazanılmasına ve ek katkıda bulunulmasına yardımcı olur (Sert 2003).

Hymenoptera takımının bazı üyelerinin arı ve karınca gibi sosyal böcekler olarak araştırmalarda kullanılması evrim ve sosyal yaşamın gelişiminin anlaşılmasında kullanılmıştır. Sosyo-biyolojik alandaki bilgiler sosyal böceklerin çalışılması ile elde edilmiştir.

Ekolojideki birçok düşünce, böcekler ile çalışma sonucunda türetilmiştir. Örneğin; tahıl gibi ürünlerin idaresi ve kültürü yapılan unböceklerinin (*Tribolium* spp.) birey sayısı, kısa hayat döngüleri ile popülasyon mekanizmalarını regüle etmelerine anlamaya yardımcı olur. Ekolojideki bazı kavramlar -ekosistem ve niş gibi- tatlı su böcekleri ile yapılan araştırmalar sonucu elde edilmiştir (Sert 2003).

Böceklere bilimsel gözle bakıldığında birçok böcek türünün hayatımızı büyük ölçüde etkilediği görülmüştür. Makroskobik biyoçeşitliliğin en büyük bileşimi olan böcekleri bu yüzden daha iyi anlamamız gerektiği göze çarpmaktadır. Yeryüzünde bütün canlılara yararı dokunan pek çok böcek vardır; ama daha yakın çevremizdeki böcekler ya bizi rahatsız ettikleri ya da yiyeceklerimize ve eşyalarımıza zarar verdikleri için böcekleri bu yönleriyle pek tanımıyoruz. Fakat, böcekler özellikle güzellikleri ve gariplikleriyle bizi kendilerine hayran eder, ya da hayretten hayrete sürüklerler. Şahane tasarımları ve ilgi çekici hareketleri ile bizleri adeta büyüleyen böcekleri sevmemiz için bu kadarını bilmek yeterli olsa gerek!

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Böcekler, yalnız tür sayısı bakımından değil, aynı zamanda fert sayısı bakımından da çok zengindirler. Böceklerin sahip olduğu kalabalık nüfusu birkaç örnekle şöyle açıklayabiliriz; bugün yaşayan her insana karşılık 170,000,000 böcek denk gelmektedir. Böceklerin birey sayısı öyle büyük boyutlara ulaşmıştır ki, bir domates bitkisinin üzerinde 25,000 yaprakbitine ya da bir arı kovanında 60,000 kadar arıya rastlanabilir. Bir beyazkarınca yuvasında 1,000,000 birey, bir çekirge sürüsü 2,000,000 bireyden oluşabilir ve ortalama ağırlığı 50,000 ton olabilir (Koç 2012).

Kıncanatlılar (Coleoptera) yaklaşık 250.000 türüyle en kalabalık böcek takımıdır. Uğurböceği, ateşböceği, bokböceği ve karafatma birer kıncanatlıdır. Bu büyük takımı, karıncaları arıları ve yaban arılarını içeren zarkanatlılar (Hymenoptera) ile güveleri, ipek böceklerini ve kelebekleri içeren pulkanatlılar (Lepidoptera) izler. Karasinek, atsineği, tatarcık ve sivrisinek gibi iki kanatlı böceklerin çoğu Diptera takımını, pireler de Siphonaptera takımını oluşturur (Anonim 2008).

İnsanlar genellikle, örümcek, akrep, tespihböceği, kırkayak gibi eklembacaklı hayvanlara böcek derler. Oysa böcekler konusunda uzmanlaşmış bir entomolog için böcek sözcüğünün anlamı daha dar ve belirlidir. Bu uzmanların yaptığı sınıflandırmada, örümcek ve akrepler ayrı, böcekler ayrı bir sınıftır. Tespihböceği de gerçek böceklerle değil ıstakoz, karides, yengeç gibi kabuklu deniz hayvanları ile aynı sınıftandır. Kırkayaklar da öbürlerinden ayrı bir sınıf oluşturur. Kısacası böcekler ile bütün bu hayvanların tek ortak noktası hepsinin eklembacaklı olmasıdır (Anonim 2007).

Bazı böcekler, hiç bir canlının yaşayamadığı susuz çöllerde yaşarlar. Bazı başka türler ise, Güney Kutbunun buzullarında yaşamaktadır. Bazı böcekler (Chironomidae larvaları), yer altındaki derin mağaralarda ve sıcaklığın 50°C'yi bulduğu kaynaklarda bile yerleşebilir. Bir böcek türü (Sivrisinek larvaları), hemen hemen bütün öteki canlılar için öldürücü olabilecek kadar asitli olan sirke içinde yaşar. Bir tür sineğin (Ephydridae)

larvaları, ham petrol birikintilerinde yaşamaktadır. Bazı böcek türleri ise, canlıların üzerinde veya içlerinde asalak olarak yaşarlar (Anonim 2014).

Bilim insanlarının incelemeleri sonucunda böceklerin bilinen tüm ekosistemlerde milyonlarca yıldır hayatta kalmayı başaran nadir canlılar arasında yer aldığı saptanmıştır (Anonim 2013).

Bazı böcekler, parlak ve göz alıcı renklerde olmasına karşılık, bazı böcekler, hem renk hem de biçim bakımından üzerinde yaşadıkları bitkinin veya toprağın rengini ya da biçimini almışlardır. Örneğin; zehirli böcekler çoğunlukla parlak renkli olurlar. Eşekarıları parlak bir vücut yapısına sahip olduğu için, bu böceklerin düşmanları, parlak renkli nesnelerden uzak dururlar. Bazı zararsız böcekler ise, tıpkı sokan böcekler gibi parlak renkli olmalarından dolayı, bu benzerlikten yararlanarak kendilerini koruyabilirler. Örneğin; iğnesiz bir tür sineğin vücudunda tıpkı arılara benzer çizgiler vardır. Kurbağalar, bu sineği, eşekarısı sanarak dokunmazlar (Anonim 2014).

Kelebeklerde kanatların rengi ile deseni eşeyler arasında değişiklik gösterir. Misal olarak; lahana kelebeğinde dişinin açık sarı renkli kanatlarında erkeğinkinden daha fazla siyah leke dikkati çeker (Anonim 2014c).

Eşekarıları ve karıncalarda çok gelişmiş olan zehir bezleri sokucu iğne ile birleşmiş olup vücudun son kısmında bulunur (Anonim 2012a).

Çoğu böceklerin işitme organları bacaklarda bulunmakla beraber, düzkanatlıların işitme organları, karnın iki yanında ve kanatların altında yer almaktadır. Pulkanatlılar, duyarlı işitme zarlarının yardımıyla, yarasaların tiz sesini kolaylıkla duyup, en büyük düşmanlarından hızla uzaklaşırlar. Ağustosböceği, en yüksek sesi çıkaran böceklerden biridir. Genellikle erkek böcekler, dişi böceklerin dikkatini çekmek için çeşitli sesler çıkarırlar (Anonim 2014).

Böceklerin hassas antenleri, haberleşmek için kullandıkları kimyasalları, bir robot gibi tasarlanmış vücutları, her türlü koşulda yaşamalarını sağlayan dayanıklı yapıları, savunma ve saldırı amaçlı kullandıkları zehirleri, diğer canlılarla girdikleri ortak yaşam şekilleri, kelebek gibi kimi böceklerin sahip oldukları estetik doku, metamorfoz, avlanma ve kamuflaj taktikleri gibi sayısız özellik tek tek incelendiğinde ortaya olağanüstü bir tasarım çeşitliliği çıkar (Anonim 2014a).

Bazı böcekler, tarih öncesi çağlarda manevi hayatın sembol ve totemi olarak kullanılmış, bazı böcek türleri ise, değişik kültürlerde inanç kaynağı olmuşlardır. Mısırlılar bokböceklerine tapmışlar, Yunanlılar ise arıyı “aziz arı” ilan etmişlerdir. Böcek sembolleri, düşüncelerin görsel olarak güçlü ve temiz bir şekilde toplumlara sunulmasında önemli bir imkân sağlamış, böcekler değişim, endüstri, krallık, sosyal uyum, veba, hastalık, umut, ölüm gibi bir çok özelliği sembollemiştir (Anonim 2007)

MÖ IV. yüzyılda Çinliler tarafından evde yetiştirilen dut ipekböceği'nin yabani formu *Bombyx mori mandarina*'dır. Bu hayvanın kokonundan ipek elde edilmiştir. Balarısı *Apis mellifera* (=mellifica), MÖ VII. yüzyılda, Önasya'daki kavimler tarafından balı ve mumu için evcilleştirilmiştir (Anonim 2014d).

Yusufçuk (Anisoptera) böceğinin kanatları ve uçuş biçimi bilim adamları tarafından incelenmiş ve helikopterin ilham kaynağı olmuştur. Bir yabanarısı türü olan *Vespa crabro* kâğıttan yuvalar yapmasıyla tanınır. Kraliçe yabanarısı, yuvasını kurarken inşaat malzemesini teşkil eden madde, arının çenesiyle tahta direk ve kazıklardan kazıdığı emsalsiz bir çeşit kâğıttır. İnsanoğlunun büyük keşiflerinden sayılan tahta elyafına yapıştırıcı bir madde ilave ederek kağıt yapma sanatı, yaban arılarının incelenmesinden öğrenilmiştir desek hiç de yanlış birşey söylemiş olmayız (Anonim 2014c).

İnsan ve böceklerin etkileşimleri o kadar yoğun ve yaygındır ki, böcekler bir sembol olarak siyasette, bilim ve teknoloji, dinde, mitoloji ve folklörde, edebiyatta, şiirde, müzikte, görsel sanatların performansında, sinema ve eğlence hayatımızda sık sık karşımıza çıkmaktadır. Charles Hogue'nin tanımladığı gibi “bu kültür ürünleri kültürel

entomolojinin bazı kategorilerini temsil etmekte ve insanlarla böcekler arasındaki ilişki görsel sanatların yöntemleriyle kaydedilmektedir” (Anonim 2007).

Böcek ekoturizmi henüz gelişmekte olsa da böceklerle olan ilgi arttıkça ekonomik değerleri de artmaktadır. Özellikle Japonya'da çocuklar arasında gergedan böcekleri (Scarabaeidae, *Allomyrina dichotoma*) 3-7 dolar'a, geyikböcekleri (Lucanidae) ise, 10 dolara satılmaktadır. Resmi istatistiklere göre, 2002 yılında geyik ve gergedan böceklerinden 300.000'er tane olmak üzere, toplam yaklaşık 680.000 böcek Güney ve Güneydoğu Asya'dan Japonya'ya ithal edilmiştir. Coleoptera takımı dışında ayrıca; Japon ve Alman turistler çok nadir bulunan Vietnam kelebeklerinin adetini 1000-2000 dolar'a satın almaktadırlar (Sert 2003).

Tozlaşma, döllemeyi sağlayan ilk adım ve ürün miktarını belirleyen en önemli faktördür (McGregor 1976; Özbek 1979). Çiçekli bitkilerde tozlaşma; yaşayabilen, yani gelişip yeni bir organizmaya dönüşebilecek tohumların meydana gelmesi için ilk adımdır (Buchmann and Nabhan 1996). Başarılı bir tozlaşma aynı zamanda, meyve şeklini ve büyüklüğünü de etkilemektedir (Özbek ve Çalmaşur 2001).

Crane (1975), dünya genelinde arı tozlaşması ile elde edilen ürünün o yıl üretilen yıllık balın değerinin 50 katını geçtiğini kaydetmektedir. Levin (1983) ise, ABD’de 1980 yılında arı tozlaşması sonucu meydana gelen ürünün o yılki bal ve balmumu değerinin yaklaşık 143 katı olduğunu ve bunun da 19,000,000,000 dolar değerine ulaştığını vurgulamaktadır. Robinson *et al.* (1989) balarısının bitkilerin %80’inde tozlaşmayı gerçekleştirdiğini ve ABD tarımına yılda 9,000,000,000 dolarlık katkı sağladığını vurgularken, bu değer, ABD’de 2000 yılında 15,000,000,000 dolar, Kanada’da ise, 443,000,000 Kanada Doları olduğu kaydedilmektedir (Morse and Calderone 2000; Delaplane and Mayer 2000). İngiltere’de ise, 274,000 balarısı kolonisi bulunmakta olup, bu arıların ticari olarak üretilen tarımsal ürünlerde tozlaşmayı gerçekleştirerek yaptıkları katkı, yılda 200,000,000 Pound iken, bal üretiminden elde edilen gelirin, yılda 15-25,000,000 Pound olduğu belirtilmektedir (Carreck and Williams 1991).

Ayçiçeğinde yapılan bir çalışmada arısız kafeslenen tablalar %26.19 dolu dane bağlama oranı, 273.7 adet/tabla'lık miktar ve 13.39 g/tabla'lık ağırlıkla en düşük değerlere sahip olurken, 1029.7 adet/tabla ve 58.43 g/tabla'lık değerlerle açıkta bırakılan tablalardan elde edilen daneler en yüksek değerlere sahip olmuştur (Çalmaşur ve Özbek 1999).

Khalifman (1959) Karpenko'ya atfen, şeker pancarında arıların yaptığı tozlaşmanın tohum verimini artırdığı gibi, tohumda pençenin (glomerule) daha büyük olmasını sağladığını, büyük tohumların daha erken çimlendiğini ve bu durumun, pancar büyüklüğünü %30'a kadar artırdığını belirtmektedir.

Dünyanın en önemli badem üretim alanları arasında yer alan Kaliforniya'da 1999 yılında 1,000,000 arı kolonisinin tozlaşmada kullanılmak amacıyla kiralandığı belirtilmektedir (Kuvancı 2009).

Tozlaşmada arılardan sonra en etkili olan böceklerin başında Diptera takımına ait Syrphidae familyasına ait türler gelmektedir. İngilizcede "hoverflies" (havada duran sinekler) veya "flower flies" (çiçek sinekleri) olarak bilinen syrphidler, Diptera takımının en büyük familyalarından birini oluşturmaktadır. Şimdiye kadar yaklaşık 6000 türü tespit edilmiştir (Sommaggio 1999).

Lepidoptera takımından başta Lycaenidae familyası olmak üzere Rhopalocera alt takımına mensup çok değişik kelebek türlerinin meyve ağaçlarının çiçeklerinden nektar aldıkları gözlenmiş ise de, tozlaşmayı gerçekleştirme yönünden son derece düşük düzeyde etkili olabilecekleri düşünülmektedir (Özbek 2008).

Coleopterlerin pekçoğu çiçekler üzerinde dolaşp beslenirken bir çiçekten diğerine veya bir ağaçtan bir başkasına geçtikleri için tozlaşmayı gerçekleştirmektedirler. Ancak bir taraftan da çiçeklere zarar verdikleri için bu türler zararlı tozlayıcılar olarak nitelendirilmektedir (Benedek 1996).

Yaşam döngülerinin parçalayıcılık rolünü üstlenenler ise genelde bakteri ve mantarlar olmasının yanı sıra, Bok böcekleri’de bu döngülere katkıda bulunan canlılardır. Larvalar, pupa döneminden önce dışkının %40-50'sini kullanıp geriye kalan besince zengin organik maddeyi, humus oluşumunda toprak mikroplarının ve mantarlarının yararlanması için ortamda bırakır (Anonim 2010c).

Coleoptera takımında bulunan Silphidae familyasına ait Leş böcekleri, ölü veya çürüyen bitki ve hayvanların organları ile beslenen ve bir çözücü olarak doğada geri dönüşüm sağlayan önemli böceklerdir. Hayvan cesetlerini toprağı kazıp gömdükleri için bunlara “mezarıcı böcekler” de denilmektedir. Bu böcekler, çoğu türün aksine, arı kovanlarına benzer yuvalarda leş yiyerek, bazı gözleri olmayan türlerde mağaralarda yarasaların dışkılarıyla beslenerek yaşamlarını devam ettirir (Anonim 2014).

Zararlı böceklerin yaptığı zararları durdurmak veya azaltmak için onların düşmanlarını tabiatta artıracak şekilde yapılan işleme biyolojik savaş veya biyolojik mücadele denir (Lodos, 1975). Biyolojik mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesinin nedeni, sadece kimyasal mücadelenin olumsuz etkisinden kurtulmak değil, aynı zamanda belkide daha önemlisi, doğada zararlıları %99 oranında baskı altında tutan yararlı organizmalardan yararlanılmak istenmesidir (Uygun 2002).

Yabancı otların biyolojik kontrolü, bugün bir çok ülkede yapılmakta ise de en yaygın olarak ABD, Kanada, Avustralya ve İngiltere gibi ülkelerde kullanılma alanları bulunmaktadır. Söz konusu ülkelerde yabancı orijinli 86 yabancı ot türüne karşı, 192 organizma, yerli türlere karşı da 33 organizmanın salımı gerçekleştirilmiştir (Rosenthal *et al.* 1984).

Batı Amerika’da zehirli bir mer’a bitkisi olan *Hypericum perforatum*’un, *Chrysolina quadrigemina* ile kontrolüdür (Klingman 1982). Ergin *C. quadrigemina*, ilkbaharda ve yaz başında çiçek açan bitkilerin kabuğunu soyarken, larva sonbahar ve kışın beslenmektedir (Van Zon 1984).

Yabancı otlara karşı yapılan biyolojik mücadele, çevre açısından güvenli, ilave enerji ve masraf istemeyen, kendi kendine işleyen ekonomik bir uygulamadır (Haseeb vd., 2006).

Böceklerle biyolojik kontrol üzerine ülkemizde yapılmış çalışma sayısı çok azdır. *Bangasternus orientalis*, *Larinus latus*, *L. minutus*, *L. onopordi*, *L. orientalis*, *L. rusticanus* ve *L. villosus* türlerinin *Cirsium sp.*'de, *Bangasternus planifrons*, *L. centaurea*, *L. latus*, *L. stumus*, *L. turbinatus* (Coleoptera: Curculionidae) türlerinin ise *Centaurea sp.*'de bulunduğu kaydedilmektedir (Lodos vd 1978).

Besin zincirinin önemli bir halkasını oluşturan böcekler, doğa'da ki dengenin korunmasında eşsiz bir rol oynamaktadırlar. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'ne göre; kurutulmuş tırtılda, sığır etinin iki katından fazla protein bulunmaktadır. Memeliler ve kuşlarda dahi yalnız başına böceklerle beslenmek, yahut solucan, salyangoz gibi hayvanları böceklerle birlikte yemek beslenmek için yeterli olmaktadır. Hatta yağ yapıcı (kış uykusunda) bir gıda olabilmektedirler (Fischer 1995).

Tavukların besini olan sinek larvaları, hayvan gübrelerinin geri dönüşümünü sağlarken; hem tavuklar beslenir hem de organik atıkların geri dönüşümü sağlanır (Sert 2003).

Avustralya'da Bardi olarak adlandırılan birçok böcek larvaları çiftlik balığı üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda; 1,3 kg larvanın balıklarda 1 kg canlı ağırlık artışı sağladığı görülmüştür (Irvine 1989).

Yiyecek olarak böcek yeme alışkanlığı "entomophage" olarak adlandırılır ve Avrupa ile Kuzey Amerika dışında dünyanın pek çok yerinde yaygındır.

Besin olarak böceklerden tiksiniilmesi, yeni oluşturulan bir gelenektir ve batı medeniyetinin ön yargısıdır. Illiger (1804), Mayıs böceklerinin (*Melolontha* türleri) hazırlanmasına dair tarifler sunmuştur ve geçen yüzyılın (19. yüzyıl) sonuna değin, en iyi Fransız lokantalarında mayıs böceği çorbasını bulmanın mümkün olduğunu yazmıştır.

Kuzey Amerika da; Kızılderililerin, Avrupalılar gelmeden önce böcek tükettikleri bilinmektedir (Wright-Vane 1991).

Japonya’da, birçok böceğin yiyecek olarak tüketilmesinin yanı sıra, marketlerde konserve ve çerez olarak da satılmaktadır. “Tsukidani” adı verilen ve içkinin yanında meze olarak alınan çerezler, çeltiklerde zararlı olan bir çekirge (*Oxya yezoensis*) türünden yapılmaktadır. Tsukidani, çekirgenin kanat ve bacaklarının ayrılmasından sonra soya sosu ve şeker içerisinde pişirilmesi ile elde edilmektedir. Başka bir tür olan *Vespa japonica*’dan da, konserveler yapılmaktadır (Kantha 1988).

Suriye, Arabistan ve Mısır’da sürüler halinde çekirgeleri toplayıp, kavurduktan sonra toz haline getirirler ve unla karıştırarak lezetli bir ekmek yaparlar (Fischer 1995). Bosavi Dağı’nın kuzeyinde yaşayan Onabasulu halkı, *Oryctes centaurus* (gergedan böceği) larvalarını olduğu kadar, gergedan böceklerini de yemektedirler (Ratcliffe 2006).

Kaşgarlı Mahmut’a göre, Türkler önceleri bala “arı yağı”, Uygurlar ise, “mir” diyorlardı. Sonraları özellikle, Oğuzlar, Kıpçaklar ve Suvarlar bal demeye başladılar (Ödleş 1995). Balın mide ülserinin etkeni olarak gösterilen *Helicobacter pylori*’nin gelişimi üzerine inhibe edici özelliği olduğu ve hastalığın gerilemesinin sağlandığı bildirilmektedir (Çakmak 2002). Ayrıca, insanları, oksidatif olaylar sonucunda oluşabilecek bir takım rahatsızlıklara özellikle kansere, kardiyovasküler kollapsa ve şeker hastalığına karşı koruduğu bildirilmektedir (Sönmez 2004). Yine, balın topikal olarak derinin üzerine uygulanması ile kepeğe ve deri rahatsızlıklarına karşı etkili olduğu ortaya konulmuştur (Waili 2001). Ayrıca, balmumu da ilaç sanayiinde, parlatici, boya ve cila yapımında, kalıpcılık, dişçilik gibi alanlarda ve su geçirmezliğin sağlanmasında kullanılmaktadır (Sönmez 2004). Arı zehiri, Amerika’da eczanelerde tablet olarak satılmakta ve ilgi görmektedir (Sönmez 2004).

1971 yılından sonra önce Bursa daha sonra Eskişehir, Sakarya ve Hatay illerinde ipek üretimi yapılmıştır. Türkiye’de bugün yetiştirilen ipekler özellikle halı imalatında

kullanılabilmektedir. İpek Hereke, Kocaeli ve Kayseri’de halı yapımında kullanılmaktadır (Anonim 2014v).

Antik dönemlerde kullanılan boya maddeleri, giysilerin yapıldığı kumaşların boyanmasında kullanıldığı gibi duvar resimlerinde de pigment olarak kullanılmıştır (Sandberg, 1996). Kermes böceğinden elde edilen boya, Roma Döneminde sıkça kullanılan bir boya maddesi olmuştur (Brunello 1973). Bu boya maddesi, Kermes’in en önemli türü *Kermococcus vermilio Planchon* (Hemiptera; Kermesidae)’un özellikle dişilerinden elde edilmekte ve kırmızı renk için kullanılmaktadır (Freeman and Peters 2000). Dünyanın en eski halısı olarak kabul edilen ve MÖ 500 yılına tarihlendirilen “Pazırık halı” ve halı ile aynı kurguda bulunan “keçe” örneğinin kırmızı renginin boyar madde analizlerinde Polonya kermes’i (*Porphyrophora polonica*) ile boyandığı tespit edilmiştir. 2-3. yüzyıla ait olduğu tespit edilen Palmira tekstillerinde de Ekin koşnili (*Porphyrophora tritici*) kullanılmıştır (Karadağ 2007). Doğu Avrupa’da ve Asya’nın bazı bölgelerinde yaşayan ve “Polish Cochineal” olarak adlandırılan *Margarodes polonicus* (Margarodidae) ise, diğer bir tekstil boya çeşidi olarak 19. yüzyılın ortalarına kadar yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Butler 2005).

Gomalak, ilk dönemlerde Çin ve Hint uygarlıklarında, ipek ve deri boyama ile kozmetik allık olarak, başlıkların süslenmesinde kullanılmıştır. Sandıkların korunması ve cilalanması, cami kapıları ve pervazlarının korunması, mobilya olarak evlerde ve hanlarda kullanılan yüklük kapılarının cilalanması, gomalakla yapılmaya başlanmıştır (Şehsuvaroğlu 1960).

Etleri, sosları, deniz ve işlenmiş kanatlı ürünleri de içine alan geniş bir gıda ürünü yelpazesinde kullanılan karmin, sosisler ve işlenmiş kümes hayvanı gibi et ürünlerinde, meyve preperatlarında, reçel ve marmelatlarda, koruyucularda, jelatinli tatlılarda, kek, bisküvi, pasta ve fırın ürünlerinde, dondurmalarda, kolalarda, elma şaraplarında, maraska kirazında, şekerlemelerde, süt ürünlerinde, sakızlarda, öksürük pastilleri ve çeşitli haplarda doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır. Kozmetiklerde ise saç ve

cilt bakım ürünlerinde, rujlarda, yüz pudralarında ve allıklarda kullanılmaktadır (Anonim 2014l).

Apiterapi; bal, polen, arısütü, arı zehiri, balmumu, propolis, arı ekmeği gibi temel ürünleri kullanarak, insan sağlığı için bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve kimi hastalıkların tedavisinde kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Tedavide ilk defa arı zehirini kullanan hekimin Hipokrat (MÖ 460-370) olduğu bilinmektedir. Galen (MS 129-200) döneminde apiterapinin birçok hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Terc 1904). Egzama, sedef gibi cilt hastalıklarına ilaveten herpes gibi bazı virüs hastalıklarında da arı zehiri tedavide kullanılmaktadır (Grassberger 2013). Çağın vebası olarak nitelendirilen AIDS üzerinde yapılan çalışmada arı zehirinin HIV virüsünün bağışıklık sistemini çöktürücü etkisini kişinin bağışıklık sistemini güçlendirerek önce yavaşlattığı sonra da gelişimini durdurduğu ortaya konulmuştur (Tolon 2002). Uruguay menşeli propolisle yapılan bir çalışmada meme kanserini yavaşlattığının bulunması bu yargıyı güçlendirmektedir (Novatny *et al.* 1999). Amerika'da yaklaşık 50 mg'lık kapsüller şeklinde satılmakta olan propolis, Japonya'da pastil, tablet, krem ve solüsyon gibi değişik şekillerde hastalıkların tedavisi ve genel vücut direncinin korunması ve artırılması amacıyla tüketilmektedir (Sönmez 2004).

Zacharias askerlerin yaralarına sineklerin konup, larva bırakmalarını kolaylaştırmıştır (Fleischmann *et al.* 2004). Sonraki yıllarda Johns Hopkins Hospital'da, ortopedik cerrah olan W. S. Baer, sinek larvalarını iyileşmeyen yaralara uygulamış ve bu konuda yayınlar yapmıştır (Baer 1931). *Lytta vesicatoria* (İspanyol sineği) ve diğer Meloidae ve Cantharidae (Coleoptera) türleri, içerdikleri kantirin maddesinden dolayı, hala eşeysel duyuları artırıcı (afrodiziyak), yakı, romatizmaları önleyici ve bazı sinirsel bozuklukları düzenleyici ilaç olarak kullanılmaktadırlar (Anonim 2014d). Bristowe (1932), *Heliocopris* türlerinin (Scarabaeinae), Laos'ta, ishal ve dizanteriye karşı ilaç olarak kullanıldığını rapor etmiştir.

Adli entomoloji, önceleri “medicolegal entomology” ya da “forensic medical entomology” diye anılırken, çoğunluğu şiddet suçları olmak üzere birçok suçun çözümünde böcekler delil olarak kullanıldığından, artık günümüzde yaygın olarak “medicocriminal entomology” olarak anılmaya başlanmıştır (Byrd and Castner, 2001). Böceklerin, yumurta, larva, pupa ve ergin gibi farklı yaşam evrelerine sahip olması ve bu evrelerin farklı yerlerde, farklı zamanlarda ve cesedin farklı bölümlerinde görülmesi adli entomolojinin yoğunlaştığı noktalardır (Açıkgöz, 2010). Kısacası; adli entomoloji, adli sistemde suç araştırmalarında hem yaşayan (katil) hem de öleni (maktül) inceleyen bilim dalıdır (Hancı ve Duman 2000).

Drosophila melanogaster model organizma olarak kullanılan ve uzaya giden ilk böcek türüdür. Kısa nesil süresi, yüksek doğurganlık ve laboratuvarında kolay yetiştirilebilir olması ona model araştırma organizma olma özelliği kazandırmıştır. Bu çalışmalar moleküler, genetik ve embriyoloji, sitoloji alanında bilgiler kazanılmasına ve bilgilere katkıda bulunulmasına yardımcı olur (Sert 2003).

Yeni teknolojilerin tasarlanmasında, doğadaki bir çok canlı gibi böceklerin de vücut yapıları örnek alınarak bir çok teknolojik ürün tasarımı yapılmıştır. Bu yönelim “Biyomimetik” adı verilen yeni bir bilim dalının doğmasına neden olmuştur. Suda gelişen sivrisinek larvası sahip olduğu bir nefes borusu sayesinde su üzerinden ihtiyaç duyduğu oksijeni tedarik etmekte, borunun etrafındaki tüyler ise aynı şnorkel’in (yüzeyden sualtını izlerken nefes alıp vermek için dizayn edilmiş bir ekipman) tepesindeki tıpa gibi suyun içeri girmesini engellemektedir (Anonim 2012d). Sinekler alt dudaklarını oluşturan olukları birbirine kenetlemek amacıyla fermuar sistemini kullanmaktadırlar ve hortum, uç kısmında genişleyerek doğal fermuarların görünmesine imkân vermektedir. Fermuar da bundan ilham alınmıştır (Anonim 2012d). Arıların çok mükemmel bir görsel süreç ve algılama sistemine sahip olduğu ortaya koyulmuştur. Bu optik tasarımı örnek alan bilim adamları kompleks manevralar yapabilen navigasyon sistemleri üretmişlerdir (Anonim, 2012f). İnsanoğlunun büyük keşiflerinden sayılan tahta elyafına yapıştırıcı bir madde ilave ederek kağıt yapma sanatı, yaban arılarının incelenmesinden öğrenilmiştir desek hiç de yanlış birşey söylemiş olmayız (Anonim

2014c). Algoritmalar problem çözen karıncalardan ilham alınarak hazırlanmıştır (Anonim 2012f). Günümüzde, savaş araçları ve roketler üreten MBB firması, BO 105 tipi helikopteri üretirken, Yusufçuğun yapısını ve uçuş stilini kendine örnek almış. Helikopter üreten Amerikan Skorsky firması da yusufçuğu doğrudan helikoptere adapte ederek yeni bir tasarım yapmıştır (Anonim 2012d). Japonya'nın iki büyük endüstri kuruluşu Mitsubishi ve Matsushita ortak çalışma ile karınca robotlar için ilk adımı atmış durumdadır. Bu ortak çalışmanın ürünü 0,42 gram ağırlığında ve dakikada 4 metre yürüyebilen bir mini robot olmuştur (Şekil CXI) (Anonim 2012d).

Böceklerin güzelliği ve gizemi tarihler boyunca insanların ilgisini çekmiştir. Mısırlıların dinsel öge olarak bok böceklerine verdiği önem, en çok bilinen örnektir. Bazı böcekler, parlak, metalik renk ve güzel görünümlerinden dolayı süs ve ziynet eşyası olarak kullanılmış, güzellikleri pek çok resim çizelgelerine konu olmuştur.

Eski Mısır dini, çoğunlukla, ilhamını doğadan almıştır ve bok böceği, en belli başlı simgelerinden biri olmuştur. Tarihsel olarak, *Scarabaeus*, *Gymopleurus*, *Copris* ve *Catharsius* cinsi bok böcekleri, eski Mısır mitolojisinde önemli ve göze çarpan bir rol oynamıştır. Mısır'da, Luksor şehrinin, yaklaşık, 3 km kuzeyinde yer almakta olan (Batlamyus dönemi, MÖ 332), Karnak Tapınağı civarındaki şafak vakti yeniden doğan güneş tanrısı Khepri'yi simgeleyen dev kutsal bok böceği (*Scarabaeus sacer*) heykeli (yaklaşık 1,5 metre uzunluğunda olan, diyorit yeşil taş) bulunmaktadır (Anonim 2012b).

Böceklerin vücut kısımları, çekici veya estetik açıdan hoş oldukları için takı olarak takılmakla beraber, uğur, korunma, cesaretlilik ve verimlilik amacıyla, üzerine bok böceği efsunları, muskaları ve boncukları dizilmiş kolyeler ve yüzükler de takılmıştır (Anonim, 2011f). Amazon yağmur ormanlarındaki bazı geleneksel insanlar böcek kanatlarıyla veya genç kızsineği ile oluşan takıları giyerek güzelliklerini artırmışlardır (Ratcliffe 2006).

Fransız sanatçı E.A. Seguy, kelebeklerin ve diğer böceklerin gerçeğe uygun ve dekoratif örneklerini üreterek, doğanın süslü sanatlarda kullanılmasını teşvik etmiştir (Anonim

2007). Ayrıca evcil hayvan olarak böcek besleyenlerin sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Scarabaeidae, Lucanidae, peygamberdeveleri, baston böcekleri ve tropik hamam böcekleri bunlara örnektir ve bakımları oldukça kolaydır (Sert 2003).

İnsanın yeryüzünde daha rahat yaşaması ve daha iyi beslenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çeşitli faaliyetler tüm flora ve faunayı olumsuz yönde etkilemektedir. Kışlalıoğlu ve Berkes (1985), 1600-1900 yılları arasında insan eliyle 75 kuş ve memeli hayvan türünün yeryüzünden yok edildiğini; 1900'den beri de 75 kuş ve memeli hayvan türünün ortadan kaldırıldığını bildirmektedirler. Avrupalı'ların Amerika kıtasına ayak basmalarından sonra bitki ve hayvan türlerinde önemli azalmalar olmuştur. Yok olan hayvanlar arasında % 6.6 oranıyla böcekler yer almaktadır (Pyle *et al.* 1981).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez çalışmasının materyalini böcekler ile ilgili bu güne kadar böcek-insan ilişkileri yapılmış çalışmalardan elde edilen literatür verileri oluşturmuştur. Bunlar içerisinde yerli ve yabancı bilimsel dergilerden derlenen bilgiler ile internet kaynakları önemli bir yer tutmuştur.

3.2. Yöntem

Böcek ve insan kelimeleri ile internet kaynaklarından yapılan taramalar sonucunda elde edilen veriler ile yerli ve yabancı literatürden elde edilen veriler derlenerek bir bütünlük oluşturması amaçlanmış, geçmişten günümüze kadar bu konularda yapılan çalışmalar bir araya getirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, uzun süre kaynak araştırması yapılmış, ana başlıklara göre konular ele alınarak, her başlıkla ilgili veriler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Böcek - insan ilişkileri tarih öncesi çağlarda başlamaktadır. Şöyleki; bazı böcekler, tarih öncesi çağlarda manevi hayatın sembol ve totemi olarak kullanılmış, bazı böcek türleri ise, değişik kültürlerde inanç kaynağı olmuşlardır. Mısırlılar bokböceklerine tapmışlar, Yunanlılar ise arıyı “aziz arı” ilan etmişlerdir. Böcek sembolleri, düşüncelerin görsel olarak güçlü ve temiz bir şekilde toplumlara sunulmasında önemli bir imkân sağlamış, böcekler değişim, endüstri, krallık, sosyal uyum, veba, hastalık, umut, ölüm gibi bir çok özelliği sembollemiştir (Anonim 2007).

Dünya üzerinde yayılış alanları çok geniş olan böceklerin, insanlarla olan ilişkileri faydaları ve zararları nedeniyle insan tarihi kadar eskidir. İnsanlar yerleşik hayata geçtiğinden bu yana tarımsal faaliyetlere başlamış ve o zamandan bu yana zararlı olan hayvanlarla mücadele etmeye zorunlu kalmıştır. İnsanlar böceklerin zararlarından dolayı kimyasal savaşta dahil olmak üzere her türlü yolu denemiş ve kısmende başarılı olmuştur. İnsanoğlunun böceklerle girdiği bu çıkar çatışması kendisine ek bir maliyet ve ekolojik sistemin bozulması olarak geri dönmüştür. İnsanın yakından tanıdığı hamamböcekleri, güveler, karıncalar, termitler, bitler, çekirgeler, pireler, tahtakuruları, sinekler gibi yaklaşık 1500 tür, tam anlamıyla bir sorun halindedir. Sorun olan bu böceklerin yanı sıra, insanların büyük çoğunluğu, böceklerden tiksindir ve korkar. Bu korku, çoğu zaman fobi derecesine kadar ileri gider. Zararlı böcekler ile mücadele yoluna giden insanoğlu, kendisi ya da ürettiği yapılarla faydalı olan böcekleri ise, kültüre alıp daha fazla ürün almak için onları teşvik etmiştir. Besin, giyim, ilaç, boya maddesi, süs eşyası, oyuncak, takı, sihir maddesi vs. olarak kullanılan bu böcekler, teknolojinin ilerlemesi ile ekonomik önemlerini birçok bakımdan yitirseler de bazıları her zaman önemini korumaktadır ve uzun zaman da koruyacağı benzetilmektedir. Bunlardan en önemlisi MÖ IV. yüzyılda Çinliler tarafından evde yetiştirilen dut ipekböceği'nin yabani formu *Bombyx mori mandarina*'dır. Bu hayvanın kokonundan ipek elde edilmiştir. Balarısı *Apis mellifera* (=mellifica), MÖ VII. yüzyılda, Önsya'daki kavimler tarafından balı ve mumu için evcilleştirilmiştir (Anonim 2014d).

Bu zararlı ya da yararlı böcekler bir yana, bazı böceklerde önemli özel yapılarıyla birçok çalışmada uzmanlara esin kaynağı olmuştur. Örneğin; 1900'lü yılların başında inşa edilen Londra Metrosu buna bir örnektir. Metronun inşası sırasında yapılan kazıda “*Culex pipiens*” adlı sivrisineğin hortumunun çalışma biçimi örnek alınmıştır. Yusufçuk (Anisoptera) böceğinin kanatları ve uçuş biçimi bilim adamları tarafından incelenmiş ve helikopterin yapımında ilham kaynağı olmuştur. Bir yabanarısı türü olan *Vespa crabro* kâğıttan yuvalar yapmasıyla tanınır. Kraliçe yabanarısı, yuvasını kurarken inşaat malzemesini teşkil eden madde, arının çenesiyle tahta direk ve kazıklardan kazıdığı emsalsiz bir çeşit kâğıttır. İnsanoğlunun büyük keşiflerinden sayılan tahta elyafına yapıştırıcı bir madde ilave ederek kağıt yapma sanatı, yaban arılarının incelenmesinden öğrenilmiştir (Anonim 2014c).

Kelebek, yusufçuk ve kınkanatlıların belirli türleri çok güzel görünüme sahip olduklarından, özellikle birçoğunun amatörce koleksiyonu yapılmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Böcek koleksiyonunu içeren bir görüntü (Anonim 2013b)

Günümüz modern kültürlerinde, böcekleri sembolik olarak reklamlarda pul ve para birimlerinde, spor takımlarında ve askeri birimlerin temsillerinde görebilmekteyiz. İnsan ve böceklerin etkileşimleri o kadar yoğun ve yaygındır ki, böcekler bir sembol olarak siyasette, bilim ve teknolojiye, dinde, mitoloji ve folklörde, edebiyatta, şiirde, müzikte, görsel sanatların performansında, sinema ve eğlence hayatımızda da sık sık karşımıza çıkmaktadır. Charles Hogue'nin tanımladığı gibi “bu kültür ürünleri kültürel entomolojinin bazı kategorilerini temsil etmekte ve insanlarla böcekler arasındaki ilişki görsel sanatların yöntemleriyle kaydedilmektedir” (Anonim 2007).

Çoğu böcek türü, bilimsel araştırmalarda kullanmak, korumak ve doğaya tekrardan salınmak amacıyla üretilir ve ticareti yapılır. Ayrıca, evcil hayvan olarak böcek besleyenlerin sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Scarabaeidae, Lucanidae, peygamberdeveleri, bastonböcekleri ve tropik hamamböcekleri bunlara örnektir ve bakımları oldukça kolaydır. Hayvanat bahçeleri ve hayvan üretim merkezleri, özellikle büyük ve değişik böcek türlerini koruyup, doğada nesli tehlike altında olanları koruma altına almıştır. Örnek olarak; Avustralya'daki Melbourne Hayvanat Bahçesi, nesli tükenmekte olan büyük, uçamayan Lord Howe Adası bastonböceği'ni (*Dryococelus australis*) koruma altına almıştır ve yetiştirmektedir. Böcek ekoturizmi henüz gelişmekte olsa da böceklerle olan ilgi arttıkça ekonomik değerleri de artmaktadır (Sert 2003).

Bilim adamları, yeryüzünde böceğin olmadığı bir “yaşam ortamı”nın düşünülemeyeceğine dikkat çekerken, ne yazık ki, böcekler, insanlar tarafından zararlı kabul edilip dışlanmaktadır. Bu doğa ve insan dostu canlıları, ister sevelim, ister sevmeyelim böcekler bizim en önemli komşularımızdır.

4.1. Böceklerin Zararları

1. Bitkilerin tamamen yenmesi veya bazı kısımlarının kemirilmesi,
2. Bitki özsuyunun emilmesi ile bitki fizyolojisinin etkilenmesi,
3. Bitkilere hastalık bulaştırarak, çürümelerine neden olmaları,

4. Taşıdıkları hastalıklar nedeniyle insan ve evcil hayvanların ölümüne sebep olmaları,
5. Taşıdıkları parazitlerin, et ve süt gibi maddelerin bozulmasına neden olmaları.

4.2. Böceklerin Yararları

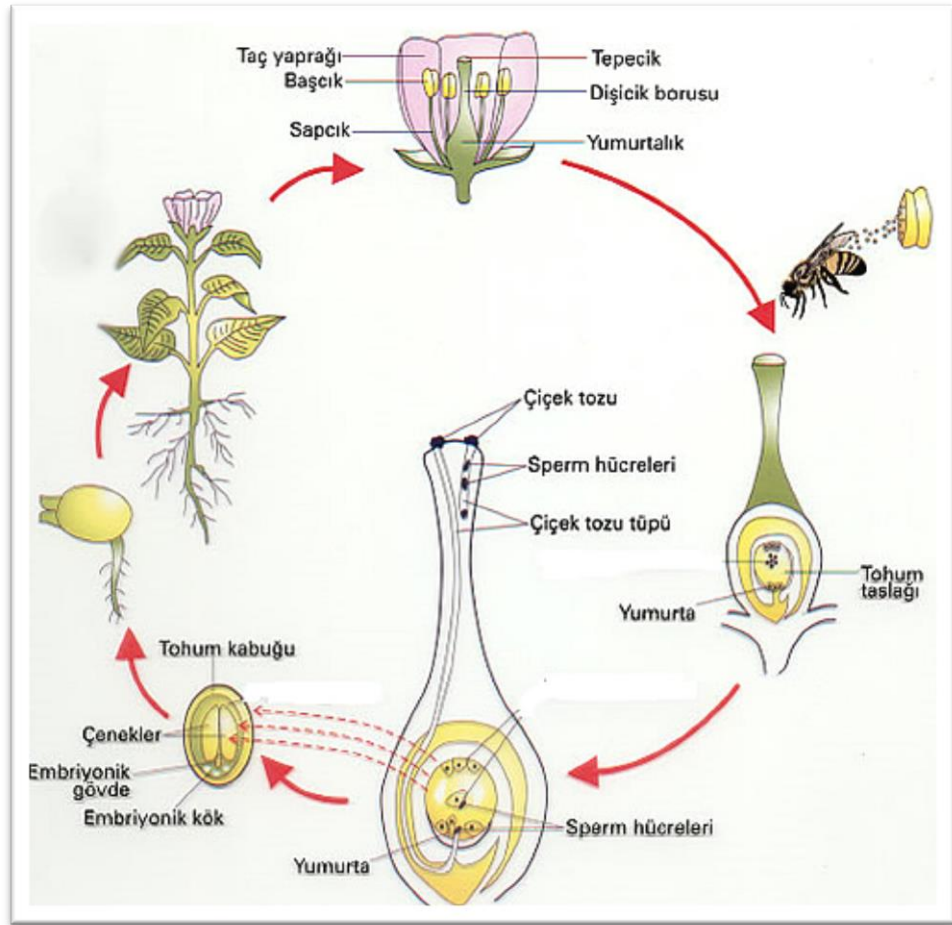
- 1-Tozlaşmada rol alırlar. Bitkilerin 2/3'ü tozlaşma için böceklere ihtiyaç duyarlar.
- 2-Toprağı delik deşik ederek havalanmasını ve gübrelenmesini temin ederler.
- 3-Dışkı, leş, devrilmiş ağaç ve kütükleri yiyerek çevremizden uzaklaştırırlar.
- 4-Yabancı otları kontrol altına alırlar.
- 5-Zararlı böcekleri yiyerek veya parazitleyerek kontrol altında tutarlar.
- 6-İnsanlar ve hayvanlara besin maddesi olurlar.
- 7-Ürünlerinden faydalanırız. Balarısı *Apis mellifera*, bal üretiminde kullanılır.
- 8-İpekböceği *Bombyx mori*, kozalarından ipek elde edilir.
- 9-Doğal boyar madde ile Mobilya cilası elde edilir ve gıdalar renklendirilir.
- 10-Hastalıkların tedavisinde ve bazı ilaçların yapımında kullanılırlar.
- 11-Adli soruşturmalarda ölüyle beslenen böceklerden yararlanılır.
- 12-Bilimsel araştırmalarda kullanılırlar.
- 13-Popüler kültür, ticaret ve sanatta yer alırlar.

4.2.1. Bitkilerin tozlaşmasında böcekler

Bitkiler, insanoğlu ve diğer tüm canlıların yaşamlarını devam ettirebilmesinde önemli bir yere sahiptirler. Bütün canlılar gibi bitkilerin de soylarını devam ettirebilmeleri için üremeleri gerekir. Bitkiler hepimizin bildiği gibi toprağa bağımlı olarak yaşayabilen yer değiştirme özellikleri ancak tohumlarının veya farklı organlarının farklı yerlere taşınması sonucu olabilen canlılardır. Nesillerini bu tohumlar sayesinde sürdürmektedirler. Bitkilerde üreme eşeyli ve eşeysiz olmak üzere iki gruba ayrılır. Eşeysiz üreme; bir bitkinin döllenme olmaksızın kendi benzerini oluşturmasıdır. Bu üreme şekli bitkilerin sporları, vejatif aksamı, çelikleri, yumru ve soğanları ile gerçekleşmektedir. Eşeyli üreme ise; Bitkinin çiçeklerinde bulunan erkek ve dişi üreme organları vasıtasıyla gerçekleşen üreme şeklidir.

Eşeyli üreme için tozlaşmaya gereksinim duyan çiçekli bitkiler, çiçek tozlarının taşınması işlevini üstlenen canlıları çekmek için canlı renklere, karmaşık desenlere ve çekici kokulara sahiptirler. Tozlaşma, döllenmeyi sağlayan ilk adım ve ürün miktarını belirleyen en önemli faktördür (McGregor 1976; Özbek 1979). Çiçekli bitkilerde tozlaşma; yaşayabilen, yani gelişip yeni bir organizmaya dönüşebilecek tohumların meydana gelmesi için ilk adımdır (Buchmann and Nabhan 1996). Başarılı bir tozlaşma aynı zamanda, meyve şeklini ve büyüklüğünü de etkilemektedir (Özbek ve Çalmaşur 2001). Örneğin; bir domates, biber veya kabak'ta az sayıda tohum meydana gelmişse ve meyve şekilsizse, bunun nedeni yeterli tozlaşma ve döllenmenin olmamasıdır. Benedek (1996), değişik türlere giren birçok meyve çeşitlerinde tozlaşma gerçekleşmediği ve döllenme olmadığı zaman çiçeklerin döküldüğü gibi, meyve oluşturanlarda da meyvelerin hemen döküldüğünü belirtmiştir. Tozlaşma aynı zamanda; bitkilerin genetiğini güçlendirir ve su kadar hayati öneme sahiptir. Özellikle tek yıllık bitkiler nesillerini devam ettirebilmeleri için tozlaşmaya ihtiyaç duyarlar. Döllenme sağlanamazsa bitkiler tohum oluşturmaz ve bir sonraki döneme de yeni bitki meydana getiremezler. Avrupa'daki bitkilerin %84'ünden fazlasının böcek tozlaşmasına ihtiyacı olduğu belirtilmektedir (Anonim 2015). Bitkilerin 2/3'ü tozlaşma için böceklerle özellikle de arılara ihtiyaç duymaktadırlar. Böcekler tarafından oluşturulan tozlaşma sonucu elde edilen ürün, insan gıdasının yaklaşık %35'ini oluşturmaktadır (Buchmann and Nabhan 1996). Tozlaşmayı sağlayan böcekler, belli çiçek türlerinin renklerine karşı oldukça hassastırlar. Eşekarıları kahverengi, sinekler ise, soluk kahverengi çiçekleri seçerler. Kelebeklerin çoğu ve arılar, kırmızı dalga boyunu göremezler. Bu nedenle sarı, mavi ve ultraviyole dalga boylarına çok daha duyarlıdırlar. Arılar en çok pembe, mavi ve mor çiçekleri, gündüzkelebekleri ise, sarı, kırmızı ve beyaz çiçekleri tercih ederler. Çiçekler tozlaşmayı sağlayan böcekleri beslemenin yanı sıra onları kendilerine çekmeye çalışırlar. Böcekler için güneş gören sıcak bir dinlenme yeri sağlarlar veya hoş görünüşleri ve kokularıyla nektar ile polenlerinin reklamını yaparlar. Bunun yanında birçok çiçek, renkli benek ve çizgileriyle böceklerle yol gösterir. Böylece taşıyıcılar, nektarı nerede bulabileceklerini öğrenirler. Taşıyıcıları çekmek için kullanılan yöntemler çiçekten çiçeğe değişir. Bazıları sinekleri çekebilmek için çürük kokusu salgılar. Bazıları tozlaşmayı sağlayabilmek için hileye başvurur. Örneğin; arı orkideleri arıya benzer ve bu özelliği, eş arayan arıları kandırıp çiçeğe konmalarını sağlar. Bazı

çiçekler böcekleri tutsak alır ve tozlaşma görevlerini yerine getirene kadar serbest bırakmaz. Bitki bilimci Malcolm Wilkins “Çiçeklerin tozlaşmasında görülen botanik mühendisliği (ki bu yaşamsal bir meseledir), bitkiler âleminin herhangi bir alanında görülenden çok daha hassas, titiz ve hünerli bir iş ortaya koyduklarını belirtmektedir.” (Anonim 2015 d).



Şekil 4.2. Tozlaşma ve tozlayıcı arı (Anonim 2014e)

4.2.1.a. Tozlaşmanın ekonomik önemi

Böcekler tarafından gerçekleştirilen tozlaşma hizmetlerinin değeri genellikle milyarlarca dolarla ifade edilmektedir. Örneğin; Balarılarının polinasyon çalışmalarında tam olarak değerini belirlemek oldukça zordur. Ancak balarılarının tarımsal ekonomiye

polinatör olarak katkıları bal ve balmumu üreticisi olarak yaptıklarından kat kat fazladır. Araştırmacılar polinasyonun ekonomiye olan katkısını belirlemek için çeşitli hesaplama yöntemleri geliştirmişlerdir. Bunlar arasında gerek yöntem gerekse sonuç olarak bir çok farklılık bulunmasına karşın, yapılan bu çalışmalar polinasyonun ekonomik önemini belirtmek için atılan çok yararlı ve olumlu adımlardır. ABD’de balarısıyla tozlanan 49 üründen 18,900,000,000 dolarlık gelir elde edilmektedir. Bu miktara tüm sebze ve meyvelerin değeri ile polinasyon sonunda elde edilen tohumlardan elde edilen ürünler; yonca samanı, sığır, buzağı ve süt üretimleri de dahildir. Aynı yıla ait bal ve balmumu üretiminin parasal değeri ise, 140,000,000 dolardır (Anonim 2015 b).

McGroger (1976), ABD’de tozlaşması yapılan bitkilerin ürünlerinin değerinin 4.5-6,000,000,000 dolar iken, bu bitkilerin tozlaşmasını sağlayan arılardan elde edilen bal ve bal mumunun değerinin ancak 45,000,000 dolar olduğunu bildirmiştir.

Crane (1975), dünya genelinde arı tozlaşması ile elde edilen ürünün o yıl üretilen yıllık balın değerinin 50 katını geçtiğini kaydetmektedir. Levin (1983) ise, ABD’de 1980 yılında arı tozlaşması sonucu meydana gelen ürünün o yılki bal ve balmumu değerinin yaklaşık 143 katı olduğunu ve bunun da 19,000,000,000 dolar değerine ulaştığını vurgulamaktadır. Robinson et al (1989) balarısının bitkilerin %80’inde tozlaşmayı gerçekleştirdiğini ve ABD tarımına yılda 9,000,000,000 dolarlık katkı sağladığını vurgularken, bu değer, ABD’de 2000 yılında 15,000,000,000 dolar, Kanada’da ise, 443,000,000 Kanada Doları olduğu kaydedilmektedir (Morse and Calderone 2000; Delaplane and Mayer 2000). İngiltere’de ise, 274,000 balarısı kolonisi bulunmakta olup, bu arıların ticari olarak üretilen tarımsal ürünlerde tozlaşmayı gerçekleştirerek yaptıkları katkı, yılda 200,000,000 Pound iken, bal üretiminden elde edilen gelirin, yılda 15-25,000,000 Pound olduğu belirtilmektedir (Carreck and Williams 1991).

Hazır değinmişken, ülkemizde FAO’nun 2011 yılı verilerine göre; 6,011,330 kovan sayısı ile yaklaşık 94,245 ton bal elde edilmiştir. Arıcılığın bir üretim dalı olarak bal ve balmumu üretimiyle ülke ekonomisine doğrudan katkısı 2,365,000 TL civarındadır. Arıcılığın tozlaşma yolu ile ekonomiye olan katkısının bal ve balmumu ile sağlanan

katkının en az 10-15 katı olduğu dikkate alındığında arıcılık bu yolla ülke ekonomisine 23-35,000,000 TL civarında katkı sağlamaktadır (Anonim 2013a).

4.2.1.b. Tozlaşma vektörü böcekler

Dünya üzerinde yaşamın sürekliliğinin sağlanmasında pek çok etkenin bir araya gelmesi gerekmektedir. Su ve hava gibi pek çok temel faktörün yanında, bu sistemin sürekliliğini sağlayan temel koşullardan biri de bitki-polinatör ilişkisidir. Bu iki nesneden birinin varlığı tek başına bir olgu yaratmamakta, ancak ikisi birlikte yaşam üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, polinasyon ve polinasyonda böceklerin yeri çok önemlidir. Polinasyonu sağlayan etkenlerin en önemlisi böceklerdir. Başta arılar olmak üzere sinekler, kınkanatlılar, kelebekler, güveler ve karıncalar polinatör böceklerdir. Doğada çok çeşitli ve çok sayıda olan bu böcekler, aslında nektar aramaktadırlar. Dünya çapında 240,000 çeşit  i ekli bitkinin tozlaşmasının %88'i böcekler tarafından yapılmaktadır (Anonim 2015c). Delaplane and Mayer (2000), dünya genelinde insan gıdasının %90'ının 82 bitki türünden elde edildiğini ve bunlardan %63-77 türün tozlayıcılarının arılar olduğunu bildirmektedirler.

Çiçeğin güzel kokusu, güzel ve parlak görünümü ve salgıladığı şekerli maddeler böceklerin dikkatini  eker. Her böcek, kendi vücut yapısına, tatma ve koku alma yeteneğine göre, kendisi için en uygun olan çiçekleri arar, bulur. Örneğin; kelebekler, uzun hortumları sayesinde, derinlerdeki balözünü kolayca emebilirler. Yabancarıları da, uzun gövdeleriyle, hortum biçimi dilleriyle, hiçbir böceğin erişemediği derinlikteki bal zlerini alabilirler. Böcekler için, çiçeklerin yalnız renkleri değil, kokuları da önemlidir. Koku konusunda en duyarlı böcekler kelebeklerdir. Bu arada, gecekelebekleri sevdikleri çiçekleri ancak bayıltıcı kokularıyla arayıp bulabilirler. Sinekler pis kokuları, arılar da oğulotunun kokusunu severler. Bundan dolayı, arıcılar arıların oğul yapmasını istedikleri yerlere oğulotu koyarlar.

Tozlaşma vektörü böceklerin en önemlileri balarıları, bombus ve soliter arılardır. Arılar dışındaki böcekler kendi acil ihtiyaçlarını karşıladıklarından genel olarak etkin tozlaştırıcı değildirler. Etkin tozlaştırıcı olmak için bir böcek sırasıyla;

- 1-Aynı türün çiçeklerini ziyaret etmeli,
- 2-Sık aralıklarla bir çiçekten diğerine geçmeli,
- 3-Vücudu ile çok miktarda polen toplamalı ve
- 4-Çiçeklerin stigmasına doğru polenleri transfer etmelidir (Çakmak 2002).

Bal bitkisi olarak adlandırılan korunganın kendine kısır olduğu, çiçeklerde tohum bağlamanın olabilmesinin yabancı tozlaşmaya bağlı olduğu ve bunun arılar tarafından gerçekleştirildiği yıllar önce belirlenmiştir (Knuth 1909).

Turpgiller familyasına ait bitki türlerinin polenleri ağır ve yapışkan olduğu için rüzgârla taşınamamaktadırlar. Bu bitki türlerinin parlak sarı renkli taç yaprakları, arıları kendilerine çekmekte, polen toplamak amacıyla turpgil türlerini ziyaret eden arılar ise, bitkiden bitkiye gezerek tozlaşmayı sağlamaktadır (Lauffer 1987).

Cucurbitaceae (Kabakgiller) familyasında yer alan karpuz, kavun, kabak ve hıyarlar ekonomik önemi yüksek olan sebzeler grubundadır. Bu sebzelerin ortak özelliği, erkek ve dişi çiçeklerin aynı bitki üzerinde fakat ayrı yerlerde olmalarıdır. Ayrıca, polenler olgunlaştığında dağılmaz ve jelatinsi bir madde ile yapışık durumdadır. Bu nedenle, polenlerin mutlaka böcekler ile taşınması gerekir (Vural vd 2000).

Çileklerde, tozlaşmanın %90'ını sinekler, kınkanatlılar, bitler, kelebekler ve arılar gibi böcekler gerçekleştirmekte iken bu böceklerin %90'ını balarıları teşkil etmektedir (Fletcher 1917; Skrebtsova 1957). Yapılan bir çalışmada, balarılarının çilek bitkisinde rüzgar ve küçük böceklerle tozlanmaya göre önemli oranda artış sağladığı, en yüksek verimin 2320.8 gr/m² ile balarıları girişine serbest bırakılan birim alandan, 1387.8 gr/m² ile morfolojik olarak balarılarında küçük böceklerin bulunduğu alandan, 733.1 gr/m² ile rüzgarın etkili olduğu alandan elde edilmiştir (Kuvancı 2009).

Ayçiçeğinin tozlaşmasında rol oynayan böcekler arasında ise, balarılarının oranının %75-95 civarında olduğu tespit edilmiştir (Tüzün 2013).

BALARILARI: **Arthropoda** (eklembacaklılar) şubesi, **Insecta** sınıfı, **Hymenoptera** takımı, **Apidae** familyasına ve **Apis** cinsine ait yararlı böceklerdir (Ötleş 1995).

Avrupa arıları olarak bilinen ve dünyanın hemen hemen her tarafına yayılmış durumda olan *Apis mellifera* L. (Şekil 4.3)'den başka, *Apis florea* L., *Apis dorsata* L. ve *Apis cerena* L. türleride bulunmaktadır (Özbek 1992).

Tozlayıcı böceklerin başında; balarıları gelmektedir. Balarılarının sağladığı yararların en önemlisi; çiçekli bitkiler ve meyve ağaçlarında tozlaşma yapmaları sonucu döllenme ve ürün artışına yaptıkları katkıdır (Genç ve Dodoloğlu 2002).



Şekil 4.3. Balarısı (*Apis mellifera* L.) (Anonim 2013c)

Doğa'da yaklaşık 25.000 arı türü bulunmakta ve bunların çoğu bireysel yaşam sürdürmekte olup, balarısı dışındaki türler yaban arıları olarak bilinirler (O'Toole and Raw 1991). Hayvanlar aleminde, en çarpıcı mühendislik ve mimarlık bilgisine sahip olan balarıları; sosyal hayatları ve aralarındaki iletişim mekanizmaları ile araştırmacıları

hayretler içinde bırakırlar. Koloniler halinde ağaç kovuklarında veya benzeri kapalı mekânlarda kendilerine yuva yapan bir arı kolonisinde, 1 kraliçe, birkaç yüz erkek ve 10-80.000 işçi arı bulunur. Görünüş olarak birbirinden farklı olan bu üç arıdan kraliçe ve işçi arılar dişidir. *Apis* türleri önemli çiçek ziyaretçisi ve çeşitli bitkilerin tozlayıcısıdır. Tüm balarısı türleri içerisinde sadece *Apis mellifera* L., tarımsal ürünlerin ve diğer bitkilerin ticari tozlaşması için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Özbek 1979a).

Balarısı tarafından gerçekleştirilen tozlaşma meyve türlerinde meyve bağlama ve ürün için gerekli olup, uygun tozlaşma sadece bitkisel üretim açısından değil, aynı zamanda meyve kalitesi ile de yakından ilişkilidir (Özbek 1979a; Çalmaşur ve Özbek 1999).

Bal makineleri olarak adlandırılan balarıları, kendi gereksinimini karşılamak amacıyla bitkiden polen ve nektar alma çalışmasını yaparken aynı zamanda, bitkilerin çiçeklerinin de tozlaşmasını sağlamaktadır. Çiçekli bitkilerden balözünü (nektar) alırken aynı zamanda polen tozları vücutlarındaki kıllara yapışmakta (Şekil 4.4) ve bunlar arıların bacakları yardımıyla arka bacaklarda bulunan polen sepetçiklerinde depolanarak kovana geri döndüğünde petek gözleri içine bırakılmaktadır. Polen taneleri genellikle mikroskobik olup (6-200 µm) sıkıştırılmış polen tozlarından oluşmaktadır. Polen tozları özel bir madde ile yapıştırılarak polen sepetçiklerinde kovana güvenle taşınabilmektedir. Sonuçta balarıları gereksinimi olan ürünleri toplarken, bitkinin çoğalmasını sağlayacak olan tohumun oluşmasına katkıda bulunmaktadır.



Şekil 4.4. Polinatör bir arı (Anonim 2015 c)

Bir balarısı, her dolaşmada ortalama 100 çiçeği ziyaret eder ve yaklaşık olarak 20 mg ağırlığında 5 milyon adet polen toplar. Bir arı değişik türler üzerinde günde yaklaşık 5-10 gezi yapar. Bir koloniden yılda yaklaşık olarak 2 milyon uçuş yapılır ve bunun karşılığında da 40 kg polen toplanır (Genç ve Dodoloğlu 2002). Bir tek arı, bir yıl içerisinde tam 50.000 çiçeği ziyaret edebilmektedir (Anonim 2015c). Arının çiçek üzerinde kalış süresinin uzunluğundan ziyade, çiçeğe yapılan ziyaretin sayısı önemlidir. İyi bir meyve tutumu ve tohum gelişimi, dişi çiçeğe sekiz ziyaretten sonra gerçekleşmektedir (McGregor 1976). Arılar, nektar ve polen toplamak için çiçekleri ziyaret etmekte; polenleri protein, nektarı da enerji kaynağı olarak kullanmaktadır (Özbek 1986, 2003; Güler 2006). Balarıları, büyük kolonilere sahip olması, kolayca taşınabilmesi ve yönetilebilmesi nedeniyle birinci derecede tozlaştırıcı olarak kabul edilirler (Free 1993; Kuvancı 2009). Balarıları, ekonomik yönden önemli bitkileri kolayca ziyaret etmesi nedeniyle, tozlaşmada kullanılmaları oldukça kolay ve pratiktir (Çakmak 2002). Balarılarında tozlaşmada azami derecede yararlanabilmek için arılı kovanların tozlaşması istenen bitkilere belirli bir uzaklıktan fazla olmaması gerekmektedir. Eckert (1933), balarısının 11.3 km mesafeye kadar gidebildiğini, ancak

800 m'ye kadar olan uzaklıkta yoğun olarak çalıştığını vurgulamaktadır. Lecomte (1960), balarısının mecbur kalmadıkça 600 m'den daha uzaklara gitmeme eğiliminde olduğunu kaydetmektedir. Etkili bir tozlaşma için, çiçeklenme zamanında bir hektar alana en az 3-4 arılı kovan bulundurulması önerilmektedir (Kuvancı 2009).

Bir araştırmada, bir elma bahçesinde arı kolonilerinden 10 metre uzakta olan ağaçlarda meyve bağlamanın %33, 50 metre uzakta olanlarda %18 olduğunu, uzaklaştıkça meyve bağlama oranının düştüğünü, 100 m, 200 m ve 300 m de bu değerlerin sırasıyla %15, %13 ve %9 olduğunu tespit etmişlerdir. Diğer bir araştırmada ise; Romanya'da yapılan bir çalışmada balarılarını vişne bahçesine hektara 4 ve 2 kovan olacak şekilde yerleştirdiklerinde meyve bağlama oranı ve ürün verimi sırasıyla %17 ve 38 kg, %14 ve 32 kg iken, kovanlar bahçe dışında 400 ve 1000 m'de olduğunda bu değerleri sırasıyla %10 ve 18 kg, %9 ve 14 kg olarak tespit edilmiştir (Tüzün 2013).

Yabancı tozlanan bitkilerin hemen hemen tamamında, kendine tozlanan bitkilerin ise birçoğunda arıların yapmış olduğu tozlaşma hem verim artışına, hem de üründe kalitenin artmasına neden olmaktadır. Aksi taktirde şekilsiz, çarpık, tatsız ve pazar değerleri düşük meyveler oluşmaktadır (McGregor 1976; Free 1993).

Meyve ağaçlarının çiçek açtıkları bir zamanda yapılan çalışmada; bir armut ağacından, eşit miktarda çiçek ihtiva eden iki dal seçilmiş, dalların bir tanesi, arıların konmasını engellemek için ince bir tül ile örtülmüş, diğeri serbest bırakılmıştır. Arıların, çiçeklerine serbestçe konabildiği armut dalında, 33 armut yetiştiği halde, tül ile örtülü dalda, bir tek armut bile yetişmediği görülmüştür (Lampeitl 2007).

Diğer bir çalışmada ise, etrafı arıların girmesini engelleyecek bir malzemeyle kaplanan elma ağacının, hiç elma vermediği veya veriminin %99 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Anonim 2014f). ABD'de yapılan bir araştırmada; bir elma bahçesine hektar başına bir kovan yerleştirildiğinde her elmada ilave olarak bir adet çekirdek daha meydana geldiği, bununla daha iri ve verimli meyvelerin oluşmasına neden olduğu gözlenmiştir (Tüzün 2013). ABD'de son 20 yıl içerisinde elma üretiminde yaklaşık %10

düzeyinde artış olduğu, bunun da polinasyonda kullanılan arı kolonisi sayısının 250,000'den 275,000'e yükselmesinden kaynaklandığı, kiraz, vişne ve armut gibi meyvelerin üretiminde ise son 10 yılda artış olmadığı, bunun sebebini ise, bu meyve türlerinin polinasyonunda arıların kullanılmadığı bilgisinin bulunduğu ifade edilmektedir. Benzer şekilde Avokado ile yapılan bir çalışmada; balarısı tozlaşmada kullanıldığında ağaç başına düşen ortalama 788 meyve olmasına karşın, balarısının yokluğunda 227 adet meyve elde edilmiştir (Anonim 2015 a).

Yaban mersini yetiştiriciliğinde, çiçeklerin döllenmesi, meyve tutumunun çok iyi bir şekilde gerçekleşebilmesi, meyve veriminin artması ve kalitesinin yükselmesi için özellikle, balarılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, yaban mersini yetiştiricileri çiçek açma dönemlerinde arı kolonileri kiralamaktadırlar (Pavlis 2004).

Erselik yapıda çiçeklere sahip olan üzüksü meyvelerde, kaliteli ve fazla meyve tutumunun gerçekleşebilmesi için tozlaşmanın çok iyi bir şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir. Başta çilek olmak üzere bir çok üzüksü meyveler, domates, kivi ve kabakgillerde çekirdek sayısı fazla olduğu için arı ziyaretinin defalarca olması çekirdek sayısının yeterli düzeyde olmasını sağlamakta, bu da meyvelerin şekillerinin düzgün, tat ve aromalarının yüksek olmasına olanak vermektedir (Morse and Calderone 2000). Skrebtsova (1957), çilekler üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada; çilek bitkisinin çiçeklerini ziyaret eden arıların sayısı arttıkça meyve iriliğinde de paralel bir artış olduğu görülmüştür. Örneğin; ziyaret sayısı 16-20 olduğunda meyve ağırlığı ortalama 5,36 g iken, ziyaret sayısı 21-25 e çıktığında ortalama meyve ağırlığı 8,18g'a çıkmaktadır. Ziyaretler dışıcık tepesinin tam poleni kabul etme döneminde gerçekleşirse meyveler %13,3-58,3 g daha ağır olmaktadır.

Başka bir çalışmada ise; Kuvancı ve arkadaşları, arıların kivi meyvesindeki C vitamini miktarına etkisini araştırmış, çalışma sonunda her ağaçtan beş meyve alınarak C vitamini miktarlarına bakılmıştır. Arılı olan bahçelerden alınan örneklerde C vitamini oranı 111.85 mg/100 gr, Arısız bahçelerden alınan örneklerde ise 83.99 mg/99 olarak saptanmıştır (Kuvancı 2009). Arı sayesinde tozlaşmaya destek verilmesi sonucu

Ayçiçeğinde %62, Kirazda %75, Elmada %47, Bademde%90, Korungada ise, %78 verim artışı saptandığı gözlenmiştir (Anonim 2014f).

Balarısı, bütün dünyada en önemli tozlayıcı böcek olduğu gibi, ülkemizde de bu yönü ile tarımda önemli bir yere sahiptir. Nitekim, Özbek ve Çalmaşur (2001), meyve ağaçlarını ziyaret eden arılar arasında balarısının %97'ye kadar yükseldiğini belirtmektedirler. Özbek (2008), uzun yıllar yaptığı çalışma ve gözlemler sonucunda balarısının, yumuşak çekirdekli meyve türlerini ziyaret eden arıların %45-90'ını, sert çekirdekli olanların ise, %81-97'sini oluşturduğunu bildirmektedir.

Diğer yandan, pek çok sebze türü de arılarla tozlaşmaktadır. Bu nedenledir ki, sebze ekili alanlarda tozlanmanın iyi, meyve sebze tutumunun ise fazla olabilmesi için arı kovanları bulundurulmaktadır. Arılar; *Cruciferae*, *Compositae*, *Cucurbitaceae*, *Leguminosae*, *Solanaceae*, *Liliaceae* ve *Umbelliferae* familyalarındaki birçok sebze türünün tozlaşmasında etkin rol oynayarak, gerek dış koşullarda ve gerekse örtü altı yetiştiriciliğinde ürünün verim ve kalitesini artırmaktadır (Köksal ve Dumanoglu, 1995). Sebze bahçelerinde arıların tozlayıcı olarak kullanılmasıyla ilgili yapılan denemelerde bakladaki dane veriminin %20-70, kabakta bitki başına meyve ağırlığının %25, salata'da ise, %11 arttığı bildirilmektedir (Anonim 2015 b).

Balkabaklarında dişi çiçeğe arı ziyaretlerinin 1 den 12'ye çıkması meyve tutumunu %58, meyvedeki tohum miktarını ise %75 artırmıştır (Jaycox *et al.* 1975). Hıyarlarda da durum diğer kabakgillerden farklı değildir. Hibrit hıyar çeşitleri (*Cornisa*, *Cornibac* ve *Cornirom*) ile yapılan bir çalışmada, hibrit tohum üretimi için en etkin tozlayıcının balarıları olduğu ve el ile yapılan tozlaşmaya göre tohum miktarında %50 artış sağlandığı belirlenmiştir (Calin *et al.* 2008).

Hıyar ve karpuzlarda meyve oluşumu ve tohum miktarı dişi çiçeğe olan arı ziyaretlerinin artması ile artış göstermektedir. Hıyarlarda iyi bir meyve tutumu için, çiçeğe 8 ile 10 arasında arı ziyareti olmalıdır ve iyi bir tohum tutumu içinde arı

ziyaretlerinin bu miktarın üzerinde olması gerekir. Bunun içinde hektara en az 2-3 arı kolonisine gerek duyulur (Stanghellini *et al.* 1997).

Karpuzlarda ise normal bir meyve tutumu ve gelişimi için en az arı ziyaretinin 8 olması ve bunun için de hektara 1 arı kovanının olması gerektiği bildirilmiştir (McGregor 1976). Melnichenko (1977), karpuz ve kavunlarda optimum tozlaşmanın, verimi %95-100 oranında artırdığını vurgulamaktadır.

Balarılar, sadece bitkilerde tozlaşmayı gerçekleştirmek suretiyle fazla ürün elde edilmesini sağlamakla kalmayıp, daha başka olumlu etkilerde yapmaktadırlar. Kaziev (1955, 1956 1960); Trushkin (1960); Trushkin and Kushaev (1961) pamuk üzerinde yaptıkları araştırmalarda; arıların meydana getirdiği tozlaşma sonucu hasıl olan pamuk elyaflarının daha uzun ve sağlam olduğunu, erken ve homojen bir olgunlaşma meydana geldiğini, yumurtalık kaybının az olduğunu, elma başına pamuk ağırlığının arttığını ve pamuk veriminin %33'e kadar ulaşan bir artış gösterdiğini ve bu bitkilerin hastalıklara karşı daha yüksek bir direnç meydana getirdiğini saptamışlardır.

Khalifman (1959) Karpenko'ya atfen, şeker pancarında arıların yaptığı tozlaşmanın tohum verimini artırdığı gibi, tohumda pençenin (glomerule) daha büyük olmasını sağladığını, büyük tohumların daha erken çimlendiğini ve bu durumun, pancar büyüklüğünü %30'a kadar artırdığını belirtmektedir.

Khalifman (1959), çiçeklenme zamanı arılar tarafından fazla ziyaret edilen meyve ağaçlarının ilkbahar donlarından daha az zarar gördüğünü ileri sürmektedir.

Meyve çiçeklerinde tozlaşmanın böcekler, özellikle de balarılar tarafından yapıldığı 1800'lü yılların sonlarında dikkati çekmiş, balarılarının tozlaşmadaki önemi 1900'lerin başlarında iyice anlaşılmış ve meyve bahçelerine arı kovanları konulduğunda meyve veriminin belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir (Auchter 1924; Menke 1950). ABD ve bazı Avrupa ülkelerinde, özellikle 1960'lı yıllardan günümüze kadar artan oranda bitkilerdeki tozlaşma konusu, yoğun bir şekilde çalışılmış ve balarılarının bu konuda

azami derecede yararlanılması üzerinde durulmuştur (McGregor 1976; Free 1993). ABD’de tozlaşma amacıyla ilk kovan kiralamanın 1909’da gerçekleştirildiği belirtilmekte, ancak 1970’li yıllardan itibaren çok artış gösterdiği ve son yıllarda da en yüksek düzeye ulaştığı görülmektedir. Örneğin; ABD’de 1989’da 2,035,000 arı kolonisi kiralanırken bu rakam, 1998’de yaklaşık %19 artışla 2,500,000’e ulaşmıştır. Bu ülkedeki arı kolonisi sayısının 2,900,000 olduğu göz önüne alındığında arıların tozlaşmada kullanılmasına nedenli önem verildiği ortaya çıkmaktadır.

Dünyanın en önemli badem üretim alanları arasında yer alan Kaliforniya’da 1999 yılında 1,000,000 arı kolonisinin tozlaşmada kullanılmak amacıyla kiralandığı belirtilmektedir (Kuvancı 2009).

Balarılar tarafından polinasyonu sağlanan yiyecek olarak kullandığımız bitkilerin bazıları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Balarılar tarafından polinasyonu sağlanan bitkiler (Free 1993)

Yem ve Baklagil bitkileri	Yonca türleri, Karabuğday, Üçgül, Fiğ, Burçak
Meyveler	Elma, Kayısı, Böğürtlen, Yaban Mersini, Kızılcık, Altın Çilek, Çilek, Ahududu, Kiraz, Greyfurt, Limon, Mandalina, Şeftali, Kivi, Armut, Trabzon Hurması, Erik, Kavun, Karpuz
Kabuklu Meyveler	Badem, Kestane
Yağ bitkileri	Pamuk, Keten, Kolza, Aspir, Soya Fasulyesi, Ayçiçeği
Tohumlu Sebzeler	Kuşkonmaz, Brokoli, Brüksel Lahanası, Havuç, Karnabahar, Kereviz, Hıyar, Dereotu, Patlıcan, Sarımsak, Kıvırcık lahana, Lahana türleri, Pırasa, Hardal, Soğan, Maydanoz, Biber, Kabak, Turp, Şalgam,
Sebzeler	Fasulye, Salatalık, Kabak, Patlıcan, Soya Fasulyesi, Biber

Günümüzde tarıma önem veren ülkeler, balarısını, modern tarımın en önemli unsuru olarak kabul etmekte olup, bazı ülkelerde polinasyonu artırmak için arı davranışları ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla yapılan bir araştırmada, oğulu engelleyen ana arı ve işçi arıların feromon seviyesi artırılarak yeni işçi arılar oluşturulmuş ve böylece tarlacı arıların sayılarında artış gözlenmiştir. Diğer bir araştırmada ise tozlaşması istenilen bitkiye Nassanof feromonu uygulanmış ve arılar koku alma yönünden çok hassas oldukları için çiçeklerin kokularını kolayca algılayarak istenilen bitkileri ziyaret etmişlerdir (Tüzün 2013).

Balarılar, tozlaşmaya olan katkıları yönünden ele alındığında; dünya üzerinde yetiştiriciliği yapılan en değerli hayvanlar olup, tarımsal üretime sağladıkları katkı, bal ve yan ürünlerinden sağladıkları katkıdan daha fazladır. Doğruluğu elbette tartışılır ama Einstein'ın "Eğer arılar yeryüzünden kaybolursa insanlığın sadece 4 yıl ömrü kalır" sözü arıların bitkisel üretimde, insanoğlu için ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır.

BOMBUS ARILARI: Yaklaşık 250 türü olan, Hymenoptera takımı, Apidae familyası, *Bombus* cinsine ait böceklerdir. Bombuslar, tüylü ve sağlam yapılı arılardır. Ortalama olarak 1.5-2.5 cm boyunda, çoğunlukla sarı ve siyah renkte olup, bazı türlerine Türkiye'de "tüylü arı" denilmektedir. Bombuslar, organize yaşayan sosyal böceklerdir. Kovanda bir kraliçe, dölleyici arılar ve işçiler olmak üzere 50-400 arı bulunur. Bazı türler, toprak yüzeyinde, bazıları da toprak altında yuva kurup koloni teşkil ederler. Hatta seçilen yuva yeri bakımından aynı tür içerisinde bile farklılıklar göze çarpabilir. Yuva yeri olarak; koloni gelişimi için uygun ve peteklerini koruyabilecekleri yerleri tercih ederler. Bu yer, memeli hayvanların ve kuşların yeryüzünde veya toprak altındaki terkedilmiş yuvaları veya diğer omurgalıların toprakta açtıkları galeriler ve hatta eski bez parçaları, çöp veya ot kümeleri olabilmektedir (Doğaroğlu 1993). Bombuslar, arazide küçük koloniler oluşturarak yaşadıkları için yerlerini bulmak genellikle zordur. Bu amaçla uçuştan dönen arıları izlemek yararlı bir yol olabilir (Genç 1995).

Balarılarının düşük sıcaklık ve ışıktaki kültürü yapılan birçok tüplü bitki türünde yeterince verimli olamamaları nedeniyle, bu tür bitkilerde tozlaşmayı *Bombus* arıları

yerine getirmektedirler (Şekil 4.5). Bu arılar, insanlık için çok büyük önemi olan bir çok bitkinin değerli bir polinatörü olarak dünyada geniş bir yayılma göstermişlerdir. Örneğin, Çayır üçgülü (*Trifolium pratense*) bitkisinde taç yaprakların oluşturduğu tüpün derin olması nedeniyle bal arılarının bu bitkiye olan ilgileri azdır. Bu bitki erselik olmadığı için tozlaşmasında diğer *Trifolium* türlerinin polenine ihtiyaç duymaktadır. Bombus arıları uzun dilleri sayesinde tüplü çiçekleri de tozlayabildiklerinden farklı iki eşeydeki *Trifolium pratense* türü arasında tozlaşmayı sağlamaktadır. Bu nedenle bombus arıları bu bitkilerin tozlaşmasında önemlidir (Tüzün 2013).



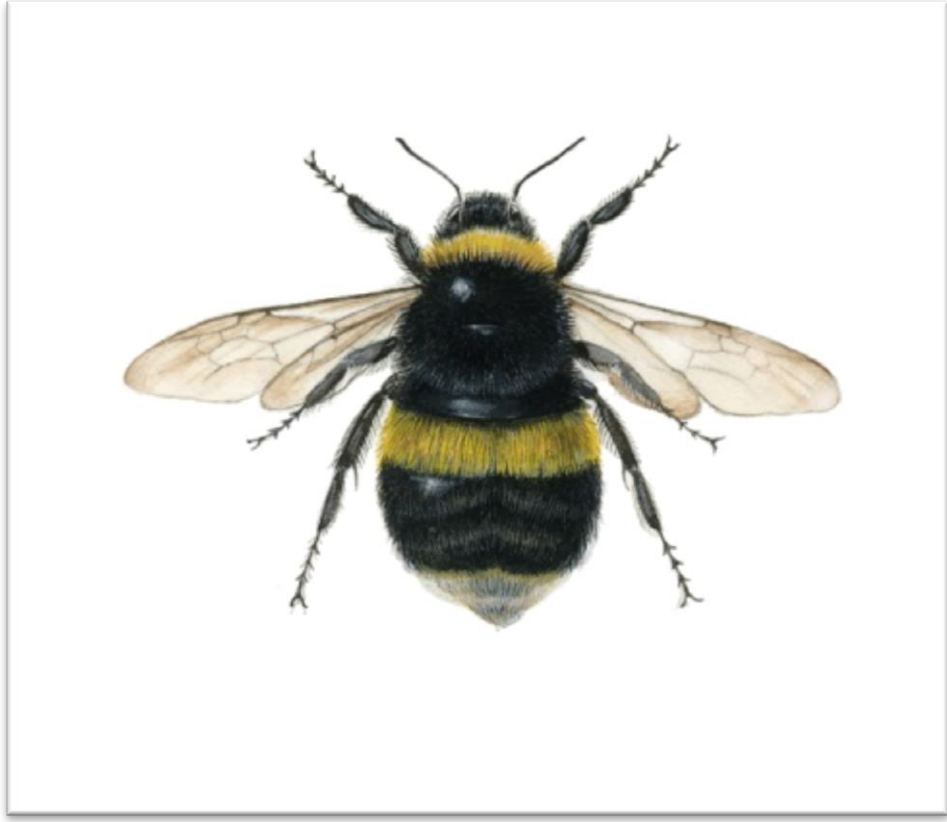
Şekil 4.5. Polenlerle kaplı bombus arısı (Anonim 2013d)

Bombus arıları; endüstri bitkileri, çayır-mera ve yem bitkileri, meyve ağaçları, sebzeler, tıbbi ve aromatik bitkiler, tek yıllık otsu bitkiler, ağaç, çalı ve maki formundaki bir çok bitkinin en önemli tozlaştırıcılarından. Tozlaşmadaki önemleri yüz yılı aşkın süredir bilinen Bombus arıları, bal arısına göre sera içi koşullara daha iyi uyum sağlamaları, daha sakin olmaları ve özellikle domates bitkisinde çok etkin tozlaşma yapmaları gibi nedenlerle son yıllarda örtü altı yetiştiricilikte tozlaşmayı sağlamak amacıyla yoğun olarak kullanılmaktadırlar (Genç 1995).

Balarıları, kapalı alanlarda strese maruz kalmakta, bu da %40'a varan oranda arı ölümlerine yol açmaktadır. Ayrıca sıcaklık, bal arılarının aktivasyonunda sınırlandırıcı bir faktördür. Bal arılarının aktif olabilmesi için ortam sıcaklığının 15°C'nin üzerinde olması gerekmektedir. Sıcaklığın normalin üzerine çıkması (35°C üzeri) da, balarılarının uçuşlarının durmasına ve tozlaşmanın yapılamamasına sebep olmaktadır. Buna karşın bombus arıları, sera gibi kapalı alanlarda strese maruz kalmadıkları, düşük sıcaklıkta (6-8°C) ve düşük ışık yoğunluğunda aktif olabildiklerinden dolayı tozlaşma için oldukça uygundurlar (Özbek 1991; Dusek *et al.* 2010).

Diğer yönden, bulutlu ve yağmurlu havalarda balarıları uzun süre uçamadıkları için soğuk iklime uyum sağlamış olan *Bombus* arıları, soğuk veya serin bölgelerde yer alan açık alanlardaki sebze yetiştiriciliğinde etkili bir şekilde kullanılmaktadırlar. Ayrıca, yağmurlu ve bulutlu günlerde uçabildikleri için ilkbaharda erken çiçek açan sebzeler için de uygun tozlayıcılardır (Özbek 1991; 2008a; 2008b; Dusek *et al.* 2010).

Bombus türlerinin polinatör böcek olarak seracılıkta kullanılmasına 1887 yılında Hollanda ve Belçika'da başlanmış ve serada yetiştirilen domates, biber ve patlıcan üretiminde büyük bir artış sağlanmıştır. Daha sonra bu uygulama diğer ülkelere de yayılmış ve *B. terrestris* yetiştiriciliği bu ülkelerin tarımında önemli bir yer almıştır. Son yıllarda İsrail ve Fransa gibi ülkelerde serada yetiştirilen domates, biber ve patlıcan için geniş bir biçimde kullanılmaya başlanmış ve bu uygulama giderek yaygınlaşmıştır (Genç 1995).



Şekil 4.6. *Bombus terrestris* (Anonim 2010)

Çizelge 4.2. Kullanılan tozlaşma yöntemlerinin serada domates üretimine etkileri (Genç 1995)

Tozlaşma Yöntemi	Sebze			
Method of pol.	Bağl.(%)**	Sebze Hacmi**	Sebze Ağırlığı**	Tohum Sayısı**
	%Veg. Set	Size of Veg.	Weight of Veg.	Num.of Seeds
Kontrol	60.87 (109)a	52.14±3.65a	75.54±3.65a	89.40115.30a
Balarısı	75.89 (109)b	55.8Q±0.75b	90.3013.26b	91.73110.08a
Vibrasyon	90.16 (41)c	58.71+1.61b	98.5816.52b	196.80112.90b
Balarısı-*-Vib	94.85 (38)c	62.05±0.78c	115.3313.84c	269.54124.94c
Bombus arısı	98.16 (11)c	66.73±0.98d	140.8513.24d	290.58120.68c
Bombus a.+Vib	98.21 (31)c	66.73±0.98d	142.9815.23d	343.58±16.18d

** : Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklıdır (P<0.05).

Parantez içindeki değerler demetteki bitki sayısıdır.

Çizelge 4.3. Farklı yöntemlerle tozlanan domates bitkisinde 1 m²'den toplanan ürün miktarı (Genç 1995)

Tozlaşma Yöntemi	Domates Sayısı		Domates Ağırlığı	
Method of pollination	Number of vegetable		Weight of vegetable	
	Sera A	Sera B	Sera A	Sera B
Kontrol	170	168	12.84	9.76
Balarısı	200	196	18.06	15.61
Vibrasyon	204	200	20.11	16.42
Balarısı+Vib	205	204	23.64	18.06
Bombus arısı	208	205	29.27	19.28
Bombus arısı+Vib.	209	207	29.87	22.42

Ülkemizde kış aylarında örtü altında yetiştirilen domateslerde tozlaşma sorununun çözümü için sektörde hormon olarak adlandırılan ve meyve oluşumunu sağlayan bitki gelişimini düzenleyici (BGD) maddeler de yaygın olarak kullanılmıştır (Gürel 2001). Hormon kullanılarak elde edilen ürünlerin pazarlanmasında hem iç hem de dış pazarda ciddi sorunlar yaşandığı için seralarda bombus arısı kullanımı hormon uygulamasının yerini büyük oranda almıştır. Tozlaşma amacıyla kullanılmaları durumunda seralarda bitki zararlılarına karşı çok yoğun zirai ilaç kullanılmasının engellenmesi ve etkisi daha az süren ilaçlar kullanılması da bombus arılarının sağladığı diğer bir avantajdır (Abak 1995; Gürel 1998).

Sera sebzeleri taze tüketim için üretildiklerinden dolayı, tüketiciye hitap edecek yüksek kalitede olması gerekir. Bombus arılarının tozlayıcı olarak kullanılması meyve miktarını ve kalitesini önemli miktarda geliştirdiği, ürünün erken ve aynı zamanda olgunlaşmasını sağladığı, tohum tutumunu yükselttiği yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Örneğin; Bombus arılarının tozlayıcı olarak kullanıldığı bir araştırmada, örtü altında yetiştirilen domateslerde (*Dombito*) meyve büyüklüğünün ve meyve içerisindeki tohum miktarının arttığı fakat meyve şeklinin değişmediği görülmüş ve örtü altı domates yetiştiriciliğinde etkin bir tozlayıcı olduğu bildirilmiştir (Dogterom *et al.* 1998). Melnichenko (1977)'ya göre, tozlaşmaya gereken önemin verilmesi durumunda domateslerde %25 verim artışı sağlanabilmektedir. Bombus arılarının tozlayıcı olarak kullanıldığı bir diğer araştırmada, tatlı biber (*Cubico* ve *Plutona*) çeşitlerinde meyve

ağırlığı, meyve genişliği, meyve hacmi, tohum ağırlığı artarken, meyve oluşumu ve hasat arasındaki gün sayısının azaldığı belirlenmiştir (Shipp et al. 1994).

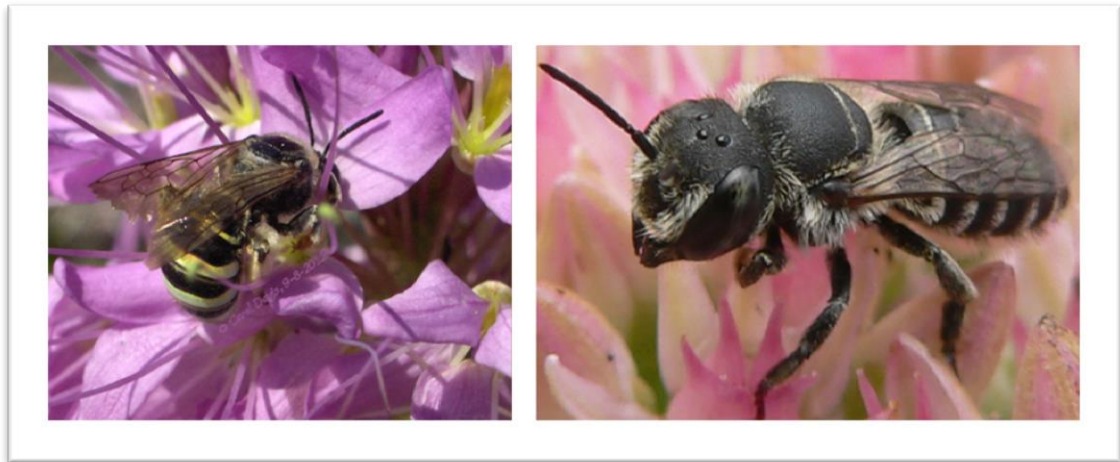
Çilek yetiştiriciliğinde özellikle örtü altı yetiştiricilikte kış aylarında meyvelerde tozlaşma ve dölllenme noksanlığından kaynaklanan şekil bozukluklarına sıkça rastlanmaktadır. Bu sorun sera içerisine konulan ve düşük sıcaklıklarda daha iyi tozlaşma yapan *Bombus* arılarının kullanımı ile aşılmıştır (Genç 1995).

Günümüzde artık kirlenen çevreyi korumak, üretimde doğallığı yakalamak ve böylece daha sağlıklı ve kaliteli ürün elde etmek yönündeki çabalar öncelik kazanmaya başlamıştır. Bu açıdan değerlendirildiğinde de sera tarımında polinasyonun *Bombus*larla yapılması son derece akılcı bir yol olacaktır. *Bombus spp.*'nin kontrollü olarak üretimi, doğaya verilmesi ve polinatör böcek olarak seracılıkta kullanılması doğadaki biyolojik dengelerin korunmasını, üretimde kalite ve kantitenin artırılmasını ve üretim maliyetinin azaltılmasını sağlamak bakımından büyük bir önem taşımaktadır. Bu uygulama ile hormon ve ilaç kullanımı büyük ölçüde azalacak ve daha sağlıklı üretim yapmak mümkün olacaktır. Oldukça önemli bir sera alanına sahip olması ve seracılığın her geçen gün daha da gelişmesi nedeniyle, *Bombus* arıları Türkiye'de de seracılıkta vazgeçilmez bir üretim aracı olmalıdır. Bu amaçla ülke coğrafyasındaki türler, bunların biyolojileri ve laboratuvar koşullarındaki seri üretim teknikleri ile seracılıkta kullanılma yolları araştırılıp yetiştiricilere öncülük edilmesi gerekmektedir (Genç 1995).

SOLİTER ARILAR: Tozlaşmaya etki eden soliter arılar Hymenoptera takımı, Apoidea üst familyasına ait Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae, Anthophoridae, Xylocopidae, Apidae familyaları ile Chalcidoidea üst familyasına ait Agaonidae familyasına bağlı türlerdir. Yeryüzünde 25,000 kadar türü bulunan bu arılar, bal yapmadıkları (*Bombus spp.* hariç) için çiçekler üzerinde bütün uğraşlarını polen toplama üzerinde yoğunlaştırırlar. Nitekim, Danforth (1990), bazı bireysel (soliter) yaşama sahip arı türlerinin yavrularını yetiştirdikleri süre boyunca her gün vücut ağırlıklarının 4 katı veya daha fazla polen veya nektar taşıdıklarını belirtmektedir. Bambul arıları sosyal yaşam sürdürmekte olup iri yapılı olmaları nedeniyle,

yoğunlukları düşük dahi olsa tozlaşmada etkili olduklarını belirtmektedir. Kevan (1990), *Bombus* ve *Xylocopa* türlerinin birçok bitkilerin tozlaşmasında iri yapılı olmaları nedeniyle küçük cesametli türlere oranla daha fazla önem taşıdıklarını belirtmektedir. Benzer şekilde Bosh ve Kemp (2002), değişik araştırmacılara atıf yaparak; iri yapılı arıların çiçekleri ziyaretleri esnasında sitigmaya dokunma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ve tozlaşmada çok daha fazla etkili olabildiklerini vurgulamaktadırlar. Bambul arılarının genelde düşük sıcaklıkta ve hafif çiseli havalarda dahi aktif oldukları, bir çiçekten diğerine geçtikleri izlenmiştir. Bireysel arılar, sürekli polen topladıklarından ve birçoğu belli bitki türleri için özelleştiklerinden bu bitkilerin tozlaşmasında balarılarından daha etkili vektörlerdir (Torchio 1991).

Bireysel arılardan *Nomia melanderi* ve *Megachile rotundata* soğuk iklime adapte olduklarından, soğuk veya serin bölgelerde ideal vektörlerdir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. *Nomia melanderi* ve *Megachile rotundata* (Anonim 2009)

Yonca, korunga, üçgül gibi bazı kültür bitkilerinde, tohum teşekkülü için arı faaliyeti şart olmakta ve bunu da çok kez balarısı (*Apis mellifera* L.) değil, yabanarıları yapmaktadır (Menke 1954). Ricciardelli d'Albore ve Roscioni (1990), 1450 m rakımda yetişen korunga alanlarında Colletidae (1), Andrenidae (7), Halictidae (6), Megachilidae (3), Anthophoridae (4), Xylocopidae (1) ve Apidae (19) familyalarına ait 41 arı türünün korunga çiçeklerini ziyaret ettiğini saptamıştır. Elçi (1954), balarısı yanında *Bombus*

zonatus ve *Rhophites canus* gibi yabancılarının da korunganın tozlaşmasında önemli olduğunu belirtmiştir. Özbek (1979a), Erzurum yöresinde balarısına ek olarak değişik familyalara mensup 26 yabancı türünün yonca ve korunga çiçeklerini ziyaret ettiğini tespit etmiştir.

Agaonidae familyasına ait *Blastophaga psenes* (incir yabanarısı) (Şekil 4.8), sıcak bölgelere adapte olmuş, iki evcikli bir ağaç türü olan incir'de, tozlaşmayı gerçekleştiren bir yabancı türüdür. Dişi arı tarafından erkek ağaçların kısa boyuncuklu verimsiz dişi çiçeklerine bırakılan yumurtalar, kısa bir süre sonra açılır ve çıkan larvalar, gelişimini tamamladıktan sonra bulundukları yerden çıkarken ergin çiçeklerin çiçek tozlarına bulaşırlar. Daha sonra dişi ağacın uzun boyuncuklu verimli çiçeklerine yumurtalarını bırakmaya çalışırken üzerindeki çiçek tozları ile çiçeğin döllenmesini sağlamaktadır.



Şekil 4.8. *Blastophaga psenes* (Anonim 2013e)

Colletidae familyasında bulunan *Colletes* Latreille cinsine ait *Colletes cascanus*, *C. eous* ve *C. hethiticus* türlerinin meyve ağaçlarını ziyaret ettiği belirlenmiştir. Bazı bahçelerde yoğunluğu balarısından daha fazla olan *C. cascanus* özellikle elma çiçeklerinde yoğun bir şekilde görülmektedir (Kuhlmann and Özbek 2007).

Andrenidae familyasında bulunan *Andrena* Fabricius cinsi yabanarısı, meyve çiçeklerini ziyaret ederek tozlaşmayı gerçekleştirmekte oldukça önemlidir. İlkbahar'da erken faaliyet gösterdikleri için özellikle badem ve kayısı gibi erken çiçek açan meyve ağaçlarının tozlaşmasında önem arz eden türlerdir. Toprakta yuva yaptıkları için “toprak arıları” olarak da isimlendirilmektedirler. Polen tutucu kıllarının vücudun değişik yerlerine lokalize olmasından dolayı çiçekleri ziyaret ettiklerinde stigmaya dokunma olasılığının çok yüksek olduğu, bu nedenle de meyve ağaçlarının tozlaşmasında çok etkili olduğu bilinmektedir (Özbek 2008).

Halictidae familyası toprakta yuva yapan bir diğer grubu oluşturmaktadır. *Halictus* Latreille ve *Lasioglossum* Curtis cinslerine giren 30'a yakın türün meyve ağaçlarını ziyaret ettiği belirlenmiştir (Özbek 2008).

Megachilidae familyasında bulunan ve farklı cinslere giren 20 kadar tür, meyve ağaçlarının çiçeklerini ziyaret etmekte ve tozlaşmasını gerçekleştirmektedirler. Özellikle *Osmia* Panzer cinsi bu yönü ile çok özel bir yere sahiptir. 10-11 kadar *Osmia* türünün meyve çiçeklerini ziyaret ettiği saptanmıştır. Bunlar arasında *Osmia cerinthidis*'in Doğu ve iç Anadolu bölgelerinde, başta elma olmak üzere birçok yumuşak ve taş çekirdekli meyve türlerini oldukça yoğun bir şekilde ziyaret ettiği saptanmıştır (Özbek 2008).

Xylocopidae familyası “Odunarıları” olarak bilinen *Xylocopa* Latreille cinsi içerisinde yer alan *Xylocopa violacea* (L.), *X. iris* (Christ) ve *X. valga* Gerstaecker meyve ağaçlarını ziyaret eden önemli Türlerdir. Bunlara ülkemizin hemen her tarafındaki meyve üretim alanlarında rastlanmaktadır. Hızlı uçan arı türleridir. İri yapılı oldukları için tozlaşmada oldukça etkili olurlar. Ağaçların özellikle üst dalları civarında hızlı bir şekilde uçarak buralardaki çiçeklerde tozlaşmayı gerçekleştirmektedirler (Özbek 2008).

Yabancılarının birçok kültür ve yabancı bitkilerin tozlaşmasındaki önemine değinen araştırmacılar, modern tarımda tozlaşmanın tamamen balarısına bağlı olmasının uygun olamayacağına işaret etmekte ve bu konuda yabancılarının da yararlanılmasının gerektiğini vurgulamaktadırlar (Westerkamp and Gottsberger 2000). Tarımda gelişmiş ülkeler, bir taraftan balarısından bitkilerin tozlaşmasında azami derecede yararlanma cihetine giderken, diğer yandan da özellikle 1950'li yıllardan başlayarak yabancılarının tozlaşmadaki önemleri ve etkileri üzerinde araştırmalar yürütmüşlerdir (Loken 1958).

Bu durum göz önüne alınarak 1960'lı yıllardan itibaren değişik yabancı türlerinin kültüre alınması çalışmaları yoğunluk kazanmış ve kimi türler tozlaşmada kullanılmak amacıyla kültüre alınmıştır (Free 1960; Vicens and Bosch 2000).

Yabancılarının açık alanlarda ve seralarda kültürü yapılan birçok bitki türlerinin tozlaşmasında etkili olmaları nedeniyle şimdiye kadar 10 civarında yabancı türü kültüre alınmış ve günümüzde ticari olarak tozlaşmada kullanılmaktadırlar.

ABD'de kültüre alınan, *Nomia melanderi* yoncada, *Megachile rotundata* ise, yonca ve bazı kültür bitkilerinde başarılı olarak kullanılmaya başlanmıştır (Free, 1993). Yabancı türleri arasında meyve ağaçlarının tozlaşmasında en fazla üzerinde durulan *Osmia* Panzer cinsine giren türlerdir. Nitekim, Maeta (1990), *O. cornifrons*'un meyve ağaçlarının tozlaşmasında balarısının 80 katına varan oranda etkili olduğunu tespit etmiştir. *O. cornifrons* Japonya'da, *O. lignaria* ABD'de, *O. cornuta* ise, Avrupa'da kültüre alınarak ticari olarak üretilen türlerdir (Bosch and Kemp 2002). Günümüz modern tarımında, mono-kültür ekim yapıldığından yabancı arıların yaşamı zorlaşmış, sayıları azalmış, popülasyonları yıldan yıla değişmiştir. Pek çok neden yabancı türlerini tehdit altına almıştır. Bu nedenleri kısaca şöyle sıralayabiliriz;

1. Boş alanların sürülmesi ile yabancılarının yuva yapma yerleri çok sınırlı alanlarda kalırken, habitat tahribatı sonucu azalan tabii bitki örtüsü, birçok yabancı türlerinin polen ve nektar bulmalarını son derece zorlaştırmıştır.
2. Meralardaki aşırı otlatmalar, bitki örtüsünün zayıflamasına neden olmuştur.

3. Erozyondan dolayı bitki örtüsü zarar görürken birçok yabanarısı türlerinin yuvaları sellerle sürüklenip gitmiş, birçokları da sel birikintilerinin altında kalmıştır.
4. Sahillerde yerleşimin aşırı derecede artması, buralardaki arı türlerini adeta yok etmiştir. Özellikle Akdeniz ve Ege sahillerinde bu durum acı bir şekilde görülmektedir.
5. Orman yangınları, bu habitata uyum sağlamış, başta *Bombus hortorum*, *B. pascuorum*, *B. lapidarius*, *B. ruderarius*, *B. pratorum*, *Psithyrus vestalis*, *P. barbatellus* ve *P. campestris* gibi değişik familyalara bağlı nice yabanarısı türlerinin yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir.
6. Yangınlarla ilgili ülkemizdeki çok önemli sorunlardan birisi de anız yakmadır. Anız yanarken tarla civarındaki boş alanlarda bulunan otsu bitkiler, çalı ve ağaçların da yanmasına sebep olmakta ve buralarda, başta yabanarıları olmak üzere hemen hemen tüm canlılar, yaşamlarını kaybetmektedirler.
7. Pestisitler ve suni gübreler doğrudan ve dolaylı olarak, yabani polinatörlerin sayısını önemli ölçüde azaltmaktadır (Tüzün 2013).

Ülkemiz koşullarında meyve bahçelerinde tozlaşmanın optimum düzeyde olmasını sağlama açısından, balarısı yanında yabanarılarının da asla ihmal edilmemesi gerekmektedir. Toprakta yuva yapan gruplar arasında yer alan ve meyve bahçelerinin tozlaşmasında önemli olan Andrenidae, Halictidae familyaları, *Anthophora* ve *Bombus* cinslerinin yuva yapabilecekleri işlenmemiş boş alanlara ciddi bir şekilde ihtiyaçları olmaktadır. Bunların varlıklarını devam ettirmeleri ve tozlaşmada etkili olabilmeleri, polen ve nektar kaynaklarının bolluğu yanında, uygun yuva yapma yerlerinin bulunması ile doğrudan doğruya ilişkilidir. Bu da bahçe kenarlarında işlenmemiş boş alanların bırakılması ile alakalı olmaktadır. Önemli olan bir diğer husus da bahçelerin civarındaki kuru otların yakılmaması gerekmektedir. Bunların birçoğunun gövdelerini yabanarıları yuva yapma yeri olarak kullanmaktadırlar. Bu ve benzer konularda halkımızın ve yetiştiricilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak; arıların direkt yararları ve kültür bitkilerinde tozlaşmayı gerçekleştirmelerinin de ötesinde, belki de en önemli işlevleri, doğada çeşitli yabani bitkilerin tozlaşmasını yaparak birçok bitki türlerinin soylarını devam ettirmeleri,

yeryüzüne yayılmalarının sağlanması ve bu bitkilerle topluluk oluşturan diğer bitkilerinde idamelerine yardımcı olmalarıdır. Ayrıca, buna bağlı olarak bu bitkileri gıda ve yuva yapma yeri olarak kullanan değişik gruplara mensup binlerce hayvanın yaşamlarını sürdürmelerine olanak hazırlamalarıdır.

Arılar, biyolojik çeşitliliğin devamını sağlarken, erozyonun önlenmesi gibi, özellikle ülkemiz için hayati önem arz eden bir işlevi çok kez insanoğlunun haberi olmadan yerine getirmektedirler. Erozyonla mücadelenin en iyi yolu erozyon olan araziye çıplak bırakmamaktır. Yem bitkileri ve diğer erozyonla mücadelede kullanılan bitkilerin çoğu arılar sayesinde tozlaşmaktadır. Tozlaşmaya arıların dahil edilmesi tohum ve bitki verimini artırmakta, neticede arazilerin daha gür bitki yapısı ve kompozisyonuna sahip olmaları sağlanmaktadır. Bugün kültürünü yaptığımız bitkilerin verim düzeylerinin aynı kaldığı kabul edilirse, 2050 yılında yeryüzündeki insanların beslenmesi için 4.000.000.000 hektar tarım alanına gereksinim duyulacağı tahmin edilmektedir. Günümüzde, yeryüzündeki işlemeli tarım alanlarının son sınırına erişilmesinden dolayı birim alandan alınan verimin artırılması yoluna gidilebilir. Birim alandan verimi artırma yolları ise başlıca gübreleme, hibrit çeşit kullanma, toprağı iyi hazırlama, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi sıralayabiliriz. Lakin yukarıdaki faktörleri yerine getirdiğimizde bile bitkiler döllemedikleri zaman bu yaptıklarımız yeterli olmayabilir.

Dünyadaki bütün canlıların idamesinde hayati önem taşıyan arılar, doğada anahtar türler olarak nitelendirilmektedirler. İnsanoğlunun çıkardığı yangınlar ve savaşlar bir tarafa, sadece arıların yok olmasına sebep olan uygulamaları dahi insanlığın yok olmasına sebep olabilir. Çünkü arıların yok olması durumunda, insanlık kendisine ve çeşitli hayvanlara rızık olan bitkilerin yok olması, erozyon ve çölleşme gibi birçok felaket ile yüz yüze gelecektir. Kendi gıda ihtiyaçlarını temin ederken insanlığa ve doğa'ya oldukça önemli katkılarda bulunan arıların, meyve ve sebze yetiştiriciliğinde polinasyon amaçlı kullanılması ülkemiz tarımına kaliteli ve bol ürün alınmasına önemli derecede katkıda bulunacaktır. Yurt dışında geçmişi 100 yılı bulan bu kültürün ülkemiz'de de önemi anlaşılmış, günden güne yaygınlaşmaya başlamıştır. Başta meyve ve sebze üretim alanlarında olmak üzere arı kolonilerinin kullanılmasının mecburi tutulması,

üreticilerin bilgilendirilmesi ve teşvik edilmesi ülkemiz meyve ve sebze yetiştiriciliğine olduğu kadar arıcılığımızda önemli katkılar sağlayacaktır.

SİNEKLER: Sinekler, diğer canlılar gibi tozlaşma için tasarlanmış gibi görünmeseler de, tozlaşma yapan canlılardan biridir. Diptera takımına ait olan bu böcekler, tozlaşmada önemli ama araştırmalarda ve yapılan yayınlarda ihmal edilmiş bir gruptur. Bu ihmalin iki önemli nedeni vardır. Bunlardan birincisi; tozlaşma çalışmaları arı tozlaşmalarına odaklanmıştır. İkincisi ise; sineklerin tozlanma literatür verileri daha dağınık ve genellikle daha azdır. Karasal ekosistemler içinde hemen hemen her yerde yaşamakta ve bütün habitatlarda bol miktarda bulunan sinekler, 160.000'in üzerindeki türleri, ağız parçaları, dil uzunluğu ve büyüklüğü ile son derece geniş ve farklı bir grup oluşturmaktadırlar.

Sineklerin çok çeşitli çiçekleri ziyaret etmeleri, tozlaşmaya etkili bir şekilde yansımaktadır. Genellikle azaltılmış arı etkinliği koşulları altında, arktik ve alpin ortamlarda açık, çanak şeklindeki çiçeklerin polen ve nektarlarına kolayca erişebildiğinden bu tür habitatların ana polinatörleri olarak bilinmektedirler. Sinekler, tozlaşmada arılardan sonra 2. büyük gruptur. Çiçeklerde bulunan nektar ve polenlerden dolayı bitkileri ziyaret eden sinekler, nektar ile enerji ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Polenler ise, proteinler açısından zengin olduğu için dişi sineklerin yumurtalıklarının gelişmesi için üremelerinden önce gereklidir (Anonim 2008).

Bitkiler, böcekleri kendine çekebilmek için güzel renkli ve hoş kokulu çiçeklerin tersine, kötü kokulu çiçekler de üretir. Örneğin; dünyanın en büyük çiçeklerini açan Malezya'daki *Rafflesia arnoldi* bitkisinin çiçekleri, kokmuş eti andıran çok kötü bir koku yayar. Ne var ki, insanlar için dayanılmaz olan bu koku, yumurtalarını bırakabileceği bir hayvan leşi arayan sinekleri çiçeğe çekerek tozlaşmada çok önemli bir rol oynar (Şekil 4.9) (Anonim 2008).



Şekil 4.9. Polinatör bir sinek (Anonim 2015 c)



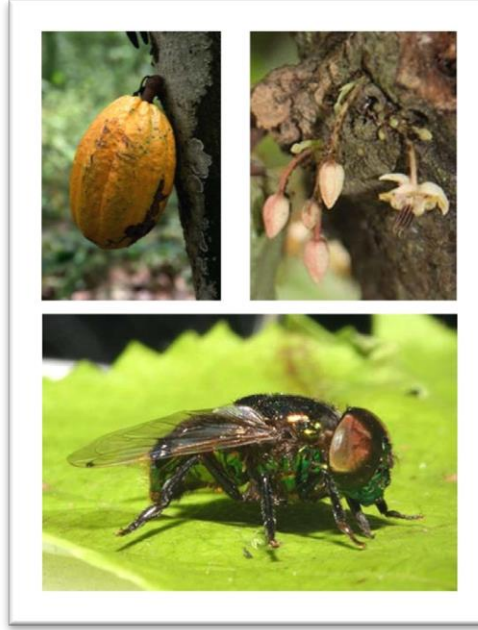
Şekil 4.10. *Rafflesia arnoldi* bitkisi ve sinek (Anonim 2009b)

Sineklerin çiçekler arasında hızla hareket edebilme yeteneği daha az olduğu için çiçekler sinekleri içine çekerek ağızlarını kapatır ve daha sonra güneşlenmeleri ve düşük sıcaklıklarda etkin kalabilmeleri için onları serbest bırakır. Pekçok sinek yumurtalarını

çiçek başları üzerine ya da gelişmekte olan meyve ve tohumları üzerine bırakmak için çiçekleri ziyaret ederler. Larvalar gelişimlerini tamamladıktan sonra ortam sıcaklığından daha fazla yararlanmak için (5 C daha fazla) çiçeğin içinden çıkarak güneşlenir (Luzar and Gottsberger 2001). Bu sıcaklık uçuş kaslarını kuvvetlendirir, üzerindeki nemi kurutarak böceğin uçmasını sağlar. Bitkide böceğin uçmasına izin verir. Sinek uçmak için kanat çırpınca çiçekler arasında oluşan hareketlenme sonucu uçuşan polenler çiçeğin dışıca tepeciğine yapışır ve tozlaşma meydana gelir. Birçok sinek türünün vücut kılları arılardan daha kısa olduğundan polenlerin vücut yüzeyine yapışarak tozlaşmanın olması daha az olasıdır (Anonim 2008).

100'den fazla kültür bitkisi ve pekçok meyve türünün tozlaşması düzenli olarak sinek ziyaretlerine bağlıdır. Gıda bitkilerinin yabani akrabalarının yanı sıra, çok sayıda bahçe ve şifalı bitkiler ile süs bitkileri tozlaşmada sineklerden faydalanırlar (Klein et al., 2007). Kuzey Amerika'da yetişen endemik bir orkide türü olan *Liparis liliifolia*'yı en çok ziyaret eden ve tozlaşmayı sağlayan böcek grubu etsinekleri (Sarcophagidae)'dir.

Severek yediğimiz çikolatanın hammaddesi olan kakao'yu sineklere borçluyuz. Kakao ağacı (*Theobroma cacao*) için sinek polinasyonu meyve oluşumu için gereklidir. Kendi kendine tozlaşamayan *T. cacao* döllenme için çeşitli seviyelerde Ceratopogonidae ve Cecidomyiidae familyalarına ait sinekler ile Syrphidae familyasında bulunan *Ornidia obesa* adlı bir çiçek sineği (Şekil 4.11)'e gereksinim duyar (Anonim 2008).



Şekil 4.11. *Theobroma cacao* ve *Ornidia obesa* (Anonim 2008)

Tozlaşmada arılardan sonra en etkili olan böceklerin başında Diptera takımına ait Syrphidae familyasına bağlı türler gelmektedir. İngilizcede “hoverflies” (havada duran sinekler) veya “flower flies” (çiçek sinekleri) olarak bilinen syrphidler, Diptera takımının en büyük familyalarından birini oluşturmaktadır. Şimdiye kadar yaklaşık 6000 türü tespit edilmiştir (Sommaggio 1999).

Bal ve yabanarılarının çiçekler üzerinde bol bulunduğu ortamlarda bile çiçek sinekleri, en yüksek tozlaşmayı yaparak en çok tohum üretilmesine sebep olabilirler. Bu sinekler, erken çiçek açan bitkilerin ilk tozlayıcıları arasında bulunmaktadır. Çiçek sinekleri; çilek, şeftali, kayısı, erik, ananas, kiraz, elma ve armut ile üzüksü meyvelerden üvez, ahududu, böğürtlen vs. gibi birçok meyvelerin yanı sıra, yabani olarak *Rosa canina*’yı da tozlamaktadır. Çiçek sinekleri, Mango, *Capsicum annuum* ve *Piper nigrum* gibi tropikal meyvelerin arılar dışındaki en önemli tozlayıcılarındandır. Ayrıca, Rezene, kişniş, kimyon, soğan, maydanoz ve havuç gibi çeşitli baharat ve sebze bitkilerini de tozlamaktadırlar (Anonim 2008). Bohart (1952) dipterlerin armutlarda, Brown (1951) ise, Calliphoridae türlerinin eriklerin tozlaşmasında önemli derecede etkili olduklarını belirtmektedir. Syrphidae familyasının özellikle *Eristalis* spp. türlerinin meyve

ağaçlarının tozlaşmasında oldukça önemli oldukları vurgulanmaktadır (Soloman and Kendall, 1970; Kendall and Soloman, 1971; Verma and Chauham, 1985). Hatta Japon araştırmacı Kobayashi (1970) *Eristalis cerealis* Fabricius türünün tozlaşmada kullanılmak amacıyla kitle üretiminde başarılı olduğunu belirtmektedir. Yukarıda belirtilen *Eristalis* türleri ülkemizde yaygın ve popülasyonları oldukça yüksek olan türlerdir (Hayat ve Alaoğlu, 1990). Benzer şekilde ülkemiz, *Conopidae* ve *Bombyliidae* türleri yönünden de oldukça zengindir (Dils and Özbek 2006; Stuke et al. 2008).

Diptera takımından *Episyrphus balteatus*, *Eupeodes corollae*, *Syrphus ribesii*, *Cheilosia latifacies*, *Eristalis tenax*, *E. arbustorum*, *E. pertinax*, *Helophilus parallelus* (*Syrphidae*); *Conop* spp., *Myopa dorsalis*, *M. picta*, *M. variegata* ve *Physocephala* spp. (*Conopidae*); *Cyllenina marginata*, *Amictus validus*, *Geron krymensis*, *Phthiria pulicaria*, *Bombylius fulvescens*, *Systoechus ctenopterus*, *Cytherea obscura*, *Lomatia polyzona*, *Petrorossia hesperus*, *Exoprosopa baccha*, *E. minois*, *Hemipenthes velutina*, *Thyridanthrax perspicillaris* (*Bombyliidae*) türlerinin meyve çiçeklerinde faaliyet gösterdikleri saptanmıştır (Özbek 2008).

KELEBEKLER ve GÜVELER: Genel olarak Pulkanatlılar (kelebek ve güveler), *Lepidoptera* takımını oluşturmaktadırlar. Kelebekler ile güvelerin genel yapıları ve görünüşleri birbirine benzer. Ancak bu iki grup sınıflandırılırken ayrı sınıflandırılır. Bu sınıflandırma bu gruplar arasındaki bazı farklılıklara dayanır. Dış görünüşteki en önemli farklılık ise anten ucunun topuz şeklinde olup olmamasıdır. Kelebeklerin tümünün anten ucu topuz şeklinde sonlanır ve bu yüzden Latince'de topuz antenliler anlamına gelen *Rhopalocera* alttakımı altında sınıflandırılırlar. Güvelerin antenleri ise oldukça değişik şekillerdedir, ancak hiç bir zaman topuz şeklinde sonlanmazlar. Bu yüzden güveler Latince'de değişik antenliler anlamına gelen *Heterocera* alttakımı altında sınıflandırılırlar. Kesin bir ayırım olmamasına rağmen kelebekler genelde gündüz, güveler ise gece uçarlar. Hem dünyada hem de Türkiye'de güve türü sayısı kelebek türü sayısından oldukça fazladır. Örneğin; Türkiye'deki kelebek türü sayısı 400 kadar iken güve türü sayısı 5000 kadardır (Anonim 2015).

Kelebek ve güveler, gün boyunca çok aktif bir şekilde kır çiçeklerini ziyaret etmektedirler. Son derece aktif olan ve uzun mesafeli göç uçuşları için enerji depolamak amacıyla nektar arayan bu zarif canlıların uzun dilleri ve uzun bacakları polenlerde kolayca tutunmalarını sağlamaktadır. Sanki tozlaşma için tasarlanmışlardır. Bu pulkanatlı böcekler, çiçekler üzerine konduktan sonra kendisine lazım olan nektarı aramakta ve bu da tozlaşmanın başlangıcı olmaktadır. Nektar arama ve emme sırasında vücutlarına, bacaklarına, kanatlarına bulaştırdıkları polenleri, çiçeğin dişicik tepciğine yapıştırarak tozlaşmayı gerçekleştirmektedirler. Bu yapıştırma işlemi, böcek kanat çırpınca havalanan polenlerin dişicik tepciğine düşmesi veya üzerine bulaşmış olan polenlerin çiçeğin dişicik tepciğine sürtmesi sonucu meydana gelmektedir.

Bitkileri tozlaştıran böcekler arasında en iyi bilinen böcekler, bal ve bambul arıları olmasına rağmen, Kelebek ve güveler, , bu tozlayıcılar arasında en nazik ve en güzel görünümlü olan ve gürültü yapmadan çiçekten çiçeğe ustaca konan önemli polinatörler arasında yer alırlar. Kültür bitkilerinin tozlaşmasında ve tarımsal ürün almada etkili olmasalar da, biyoçeşitlilik açısından ekosistem için hayati önem taşıyan kır çiçeklerinin önemli tozlayıcıları arasında ilk sırada yer alırlar (Anonim 2012).

Lepidoptera takımından başta Lycaenidae familyası olmak üzere Rhopalocera alt takımına mensup çok değişik kelebek türlerinin meyve ağaçlarının çiçeklerinden nektar aldıkları gözlenmiş ise de, tozlaşmayı gerçekleştirme yönünden son derece düşük düzeyde etkili olabilecekleri düşünülmektedir (Özbek 2008).

Kahkahaçiçeği (*Ipomoea purpurea*) ve petunya gibi, çiçekleri huniye benzeyen bazı bitkilerde balözü çiçeklerin dibinde, yani ulaşılması oldukça zor bir yerde bulunur. *Bedellia terenodes* gibi değişik kelebek türleri, bu tip çiçeklerden uzun, borumsu dilleri sayesinde balözü alır ve böylelikle tozlaşmaya yardımcı olurlar (Şekil 4.12).



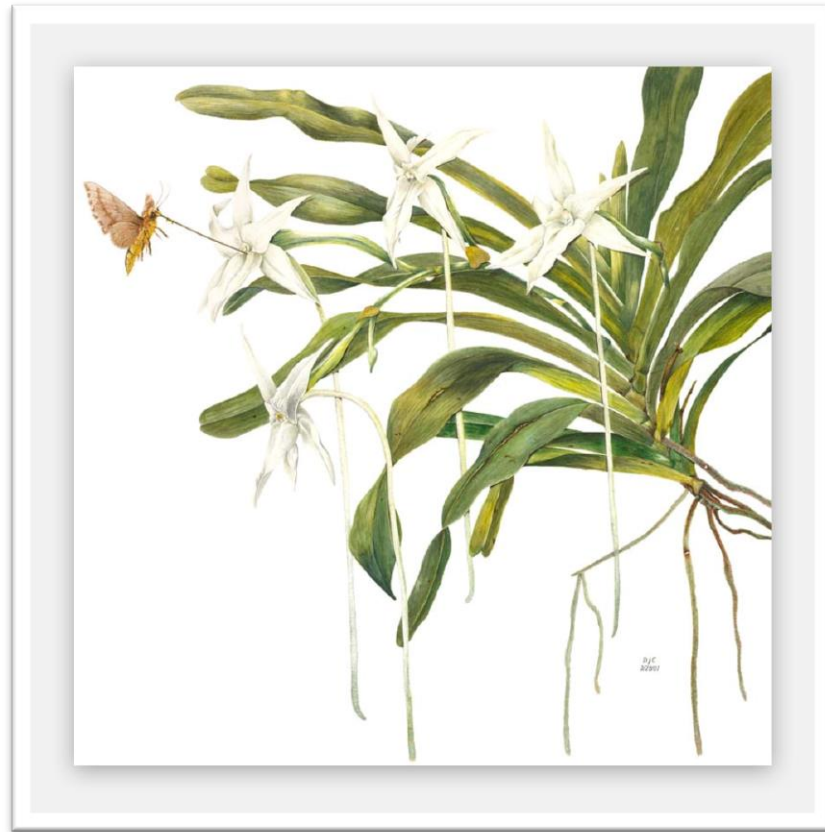
Şekil 4.12. *Ipomoea purpurea* ve *Bedellia terenodes* (Anonim, 2009c)

Bazı bitkiler fazlasıyla titizdir, tozlaşmaları yalnızca bazı özel böcek türleriyle yapılabilir. Sözgelimi; Avize ağacı olarak da bilinen ve genellikle Kuzey Amerika'nın güneyinde ve Meksika'nın aşağı bölgelerinde yaşayan yukka bitkisi (*Hesperoyucca whipplei*), istisnasız olarak sadece yukka güvesinin bir türü olan *Tegeticula maculata* tarafından tozlanır (Şekil 4.13). Bu güvenin hayatta kalması yukka bitkisinin varlığını sürdürmesine bağlıdır (Anonim 2008a).



Şekil 4.13. *Tegeticula maculata* ve *Hesperoyucca whipplei* (Anonim 2008a)

Afrika güvesi olarak adlandırılan *Xanthopan morgani*, *Angraecinae* türü orkide çiçeklerindeki nektarlarla beslenmektedir. Çiçekler de üreyebilmek için güvelerin polenlerini yaymasına ihtiyaç duymaktadır. Çiçeklerin çelenk yapısının uzun ve derin olmasından dolayı güveler, uzun-emici hortumu sayesinde dipteki nektarı emerken tozlaşmanın başlangıcı oluşmaktadır (Şekil 4.14) (Anonim 2008a).



Şekil 4.14. *Xanthopan morgani* (Anonim 2008a)

KINKANATLILAR: 250.000'den fazla tür sayısı ile en kalabalık böcek grubunu oluşturmaktadırlar. Kıtaların hepsinde, toprak üzerinde, toprak içinde, ikincil olarak sulara yaşayacak şekilde yayılım göstermişlerdir. Bu böcekler, bitkilerin çiçekleri üzerinde gezinip nektar, polen, çiçek parçaları, ya da özel bir gıda ile beslenirken, tozlaşmaya yaptığı katkıdan dolayı çok eski zamanlardan beri çiçek tozlayıcıları arasında sayılmaktadırlar. Çiçek ziyaretlerinde, arılar, sinekler ve kelebeklerden daha az aktif oldukları için çok etkin tozlayıcı sayılmamaktadırlar. Çiçek üzerinde nektar arayan

kıncanatlı böcek, üzerine bulaştırdığı poleni gezinme esnasında çiçeğin dışıca tepeciğine bulaştırmakta bu da tozlaşmanın başlangıcı olmaktadır. Coleoptera takımı içerisinde yer alan Telkurtları (Elateridae), Mısırlılar tarafından kutsal sayılan Bokböcekleri (Scarabaeidae), Damalı böcekler (Cleridae), sap veya piknik böcekleri (Nitidulidae), yaprak böcekleri (Chrysomelidae), Lister böcekleri (Meloidae) ve teke böcekleri (Cerambycidae) familyalarına ait böceklerin çiçek kaynaklı besinlerle beslenmelerinin yanı sıra, Mordellidae, Oedemeridae ve Melyridae familyalarına ait böceklerin de, çiçeklerle beslendiği bilinmektedir. Bu böcekler, türce çok zengin olmalarına rağmen, tropik bölgelerde olduğu gibi ılıman iklim bölgelerinde de etkili tozlaştırıcı olarak görülmemektedirler (Anonim 2009).

Coleoptera takımından *Omophilus caucasicus* Kirsch., *O. flavipennis* Küster, *O. dilatatus* Fald. (Alleculidae), *Tropinota hirta* (Poda), *Oxythyrea cinctella* Schaum, *Cetonia aurata* L. (Scarabaeidae), *Attagenus spp.* (Dermestidae), *Meligethes spp.* (Nitidulidae), *Cantharis spp.* (Cantharidae), *Malachius bipustulatus* (L.) (Malachiidae) ve *Mylabris spp.* (Meloidae) türleri meyve çiçeklerinde saptanan türlerdir. Ancak bir taraftan da çiçeklere zarar verdikleri için bu türler zararlı tozlayıcılar olarak nitelendirilmektedir (Benedek 1996).

KARINCALAR: Hymenoptera takımı, Formicidae familyasında yer alan, sosyal yaşam gösteren böceklere verilen ortak addır. Günümüzde 12,000'den fazla türü sınıflandırılmıştır ve yaklaşık 14,000 civarında türü olduğu sanılmaktadır. Dirsekli antenleri ve ince bellerini oluşturan düğümsü yapıları ile kolaylıkla tanınan karıncalar, ekosistemlerin çoğunda yaşayabilir ve kara hayvanları biyokütlesinin yaklaşık %15 ile %25'ini oluşturlar (Anonim 2010).

Bu çalışkan böcekler, enerji ihtiyaçlarını karşılayacakları nektarları bulmak için sık sık çiçekleri ziyaret etmektedirler. Aradıkları nektarı bulmak için her bir çiçeğin içine tek tek bakan karıncalar, çok muhtemeldir ki nektarları alıp yuvalarına götürmeden önce çiçeklerde tozlaşmayı sağlamış olmaktadır (Şekil 4.15).

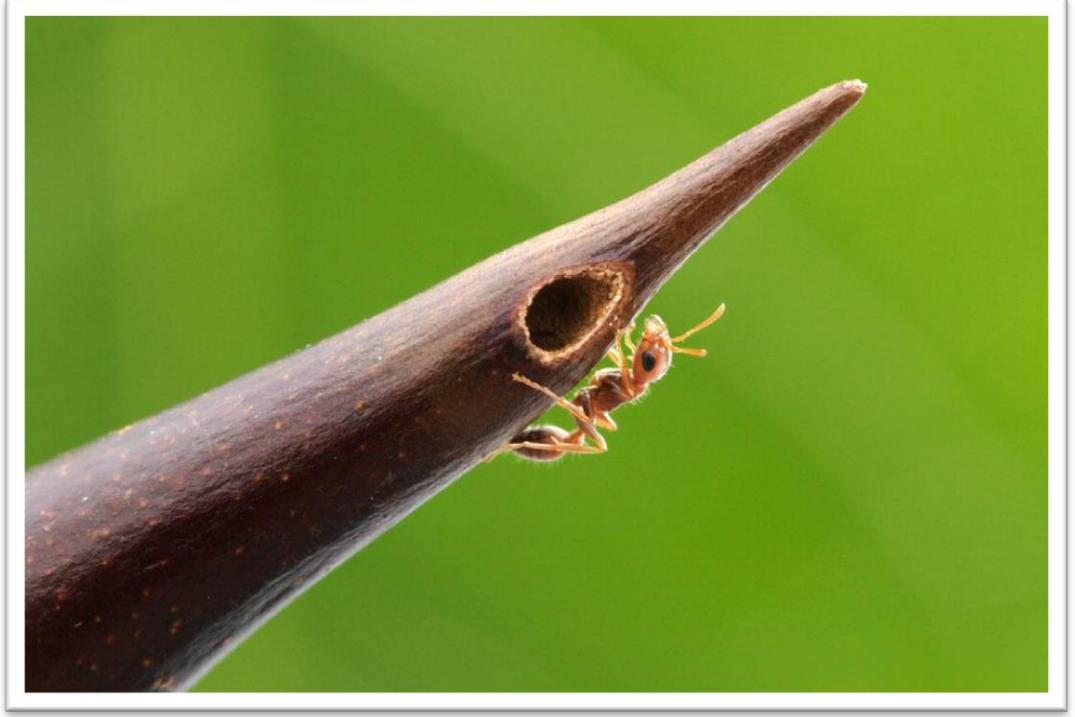


Şekil 4.15. Polinatör bir karınca (Anonim 2015 c)

Karıncalar, nektar sevmelerine ve her yerde çok miktarda olmalarına rağmen tozlaşma sağlayıcılar arasında pek de gelişmiş sayılmazlar. Bazı araştırmacılara göre; Karıncalar, çiçekleri ziyaret ettiğinde vücutlarına polen tanecikleri yapışabilir ve kendileri ile birlikte götürebilirler. Ayrıca, kendilerini bakteriyel ve mantar enfeksiyonlarına karşı korumaları için salgıladıkları salgı, çiçeklerden topladıkları polenleri istemeden de olsa çok hızlı bir şekilde öldürmektedir. Karıncalar, akasya gibi bazı ağaçlar ile yabani bitkilerden dikkat çekmeyen, yavaş büyüyen bitkilerin polinatörleridir. Örneğin; yavaş büyüyen sütleşen gibi bitkiler karıncalar tarafından tozlaştırılır. Kuzey Amerika'da karıncaların tozlaştırdığı bitkilere örnek olarak; *Diamorpha smallii*, *Paronychia pulvinata* ve *Polygonum cascadenense* verilebilir (Anonim 2010).

Orta Amerika'da yaşayan bazı akasya türleri, içi boş dikenlere ve yapraklarının sapında nektar salgılayan gözeneklere sahiptir. Boğa boynuzlu akasya ağacı (*Acacia cornigera*), içine yuva yapan ve nektarla beslenen akasya karıncaları (*Pseudomyrmex ferruginea*)'na ev sahipliği yapar. Ağaçtaki nektarla beslenen karınca üzerine

bulaştırdığı polenleri çiçeklerin dişicik tepciğine taşıyarak akasya ağacının tozlaşmasını gerçekleştirir (Şekil 4.16) (Anonim 2015 h).



Şekil 4.16. *Pseudomyrmex ferruginea* ve *Acacia cornigera* (Anonim 2015 h)

4.2.2. Toprağın havalanmasında ve gübrelenmesinde böcekler

Dünyadaki madde döngüleri, yüzyıllardır her an sürüp gitmekte, bu döngülerin aksamadan işleyişinin çeşitli basamaklarında çok sayıda canlı rol almaktadır. Kimi üretmekte, kimi tüketmekte, kimi de parçalamaktadır. Bu parçalama işlemleri de üretim ve tüketim kadar önem taşımaktadır. Canlıların doğaya bıraktıkları dışkıların parçalanarak, içerdiği maddelerin doğadaki madde döngülerine yeniden katılması gerekmektedir. Bu aşamadaki bir aksama, madde döngülerinin bozulmasına, böylece ekolojik dengenin olumsuz yönde değişmesine yol açacaktır. Yaşam döngülerinin parçalayıcılık rolünü üstlenenler ise genelde bakteri ve mantarlar olmasının yanı sıra, Bok böcekleri’de bu döngülere katkıda bulunan canlılardandır. Hareket ettikçe rengini değiştiren bu böcekler, temel olarak doğadaki en önemli madde döngülerinden biri olan

azot döngüsünde rol alarak, dışkıdaki azotun toprağa geri dönmesini sağlamakla kalmayıp aynı zamanda, kendilerine de besin elde etmektedirler. Onların bu etkinlikleri sayesinde de suyu iyi tutan ve azotça zengin bir organik madde olan “humus” oluşmaktadır. Böylece, bok böcekleri, toprağın doğal yoldan gübrenmesini sağlarken, açtıkları tuneller toprağın havalanmasını temin etmektedir. Ayrıca, bu tuneller toprağın suyu süzme yeteneğini de artırmaktadır. Ergin bok böcekleri, dışkının sıvı bileşeninden ve posasından yararlandığı için dışkı kümesi hızla yok olmaktadır. Eğer dışkı yüzeyde bırakılırsa, dışkının azot içeriği buharlaşma nedeniyle %80'e varan oranda kaybolacaktır. Bok böcekleri sayesinde dışkının hızlı bir şekilde toprağın bünyesine eklenmesiyle, bitkinin kullanımı için ortamda daha fazla azot içeriği sağlanmış olur. Larvalar, pupa döneminden önce dışkının %40-50'sini kullanıp geriye kalan besince zengin organik maddeyi, humus oluşumunda toprak mikroplarının ve mantarlarının yararlanması için ortamda bırakır (Anonim 2010c).

Araştırmacı John Feenan (2006)'a göre; Bok böceklerinin tünel açma davranışı, toprağın havalanması ile suyu emme ve tutma kapasitesini artırmakta; dışkıyı kullanma faaliyetleri ise, topraktaki besin döngüsünü artırmaktadır. Aynı araştırmacı Bok böceklerinin, 2-3 gün içerisinde, dışkı kümesini gömebildikleri için, çalısineğinin üreme ortamını ortadan kaldırdığını bildirmektedir. Avustralya'daki et ve süt üreticileri birlikleri, bu küçük omurgasızları, "doğanın küçük yardımcıları ve geri dönüşümcüleri" olarak nitelendirmektedirler. dünyada bugünkü teknolojinin oldukça yüksek maliyete gerçekleştirebileceği ekolojik bir işlev olan, büyük otoburların dışkılarından doğayı temizleme işini onlar gerçekleştirmektedirler. Yaptıkları işin temel amacı; dünyayı hayvanların dışkılarından kurtarmak değil ama bu yolla hem kendilerini ve yavrularını besliyorlar hem de yumurtalarının tehlikeden uzak bir biçimde gelişebileceği dışkıdan oluşan bir ortama sahip oluyorlar.

Bokböcekleri, kısmen ya da tamamen dışkıyla beslenen böceklerin ortak adıdır. Bu böcekler, Coleoptera takımında sınıflanan Scarabaeidae familyasının alt familyalarında Scarabaeinae ve Aphodiinae'nin üyesidir. Özellikle Scarabaeinae alt familyasının tek başına içerdiği 5000'den fazla türün büyük çoğunluğu tamamen dışkıyla beslenir.

Ancak, kınkanatlıların diğ er bir familyası olan Geotrupidae’de dışkıyla beslenen ve "toprak kazan bok böcekleri" olarak anılan türler içermektedir (Bertone 2006).

Çok çeşitli büyüklük, biçim ve renklere sahip olan bok böceklerinin, çok sayıda türü vardır. Birbirinden çok farklı ekolojik ortamlarda, değişik canlıların dışkılarıyla beslenen bu türler, birçok farklı habitat’larda yaşamaktadırlar. Çöl, tarlalar, orman, ve otlaklar buna dahildir. Aşırı derecede soğuk veya kuru havayı sevemezler. Antarktika hariç bütün kıtalarda g r l rl r (Anonim 2011a).

Bok böcekleri, özellikle fil ve sığır gibi büyük otobur hayvanların dışkılarını parçalayıp, bunlara top şekli verip, arka bacaklarını kullanarak onu arkaya doğru hızla yuvarlamaktadırlar (şekil 4.17). Dışkı topu türün büyüklüğüne bağlı olarak 3-4 cm çapında olabilir ve dışkı topunu g m nceye kadar 1300 m uzunluğunda yol kat edebilirler. Yunanlıların ve Eski Mısırlıların dışkı topunu uçarak götürdüğünü düşündükleri bok b ceğ , saatte 200 metre civarında hız yapabilmektedir. Bokböcekleri, kendilerinin 50 misli ağırlığındaki bir nesneyi kısa bir süre içinde yuvarlayabilir. Örneğin; erkek *Onthophagus taurus*, kendi vücut ağırlığının 1.141 katı ağırlığındaki bir cismi çekebilmektedir (Anonim 2010b).



şekil 4.17. Bok B ceğ  bok yuvarlarken (Anonim 2011b)

Bu çalışkan böcekler, yılda dönüm başına yaklaşık bir ton civarında dışkı gömmektedirler. Proteince zengin taze dışkıyı gömmek, birkaç saatlerini almaktadır. Hangi canlının dışkısıyla beslenecekleri ise türe özgü bir özelliktir. Kimisi maymunların kimisi fillerin kimisi de kangurularinkini tercih etmektedir. Pek az sayıda tür ise, kuş ve sürüngenlerin dışkılarıyla beslenmektedir. Bilim adamları memeli faunasındaki tür ve birey sayısı zenginleştikçe bok böceklerinin de çeşitliliğinin ve birey sayılarının arttığını ileri sürmektedirler. Araştırmacılar bir keresinde yaklaşık 16.000 gübre böceğinin, bir fil dışkısı yığınının üzerine üşüştüğünü ve iki saat gibi kısa sürede dışkıyı ortadan kaldırdığını gözlemlemişlerdir (Anonim 2010b).

Aphoniinae alt familyasının üyeleri olan *Dialytes* türleri ve *Aphotaenius carolinus*, geyik dışkısını geri dönüştürmek üzere özelleşmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. *Aphotaenius carolinus* (Anonim 2011a)



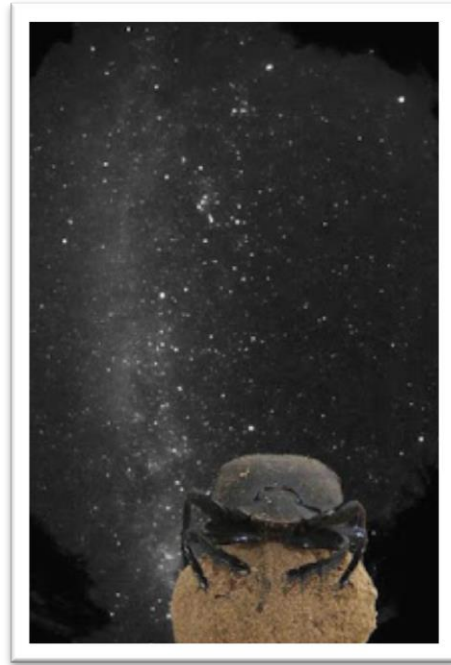
Şekil 4.19. *Canthon pilularius* (Anonim 2011e)

Scarabaeinae alt familyasının üyesi olan *Copris fricator* (Şekil 4.20), *Onthophagus hecate* ve *Onthophagus cribricollis* türleri ise, dışkı topunu dışkı kümesinin altında oluştururlar.



Şekil 4.20. *Copris fricator* (Anonim 2011b)

Sert kabuklu, parlak, metalik renkli olan bu hayvancıklar, küre imal edebilen böceklerdir. 30 adet tırnağa sahiptir. Ön bacaklarının yardımıyla dışkıdan iri bir küre yapar, bu kürenin içine yumurtalarını aşılar ve küreyi başı hep doğuya dönük olarak, arka bacaklarıyla yuvasına itip gömer. 24 gün sonra larvaları belirmeye başlayınca, küreyi topraktan çıkarıp suya götürür. Küre suda eridiği zaman da larvalar serbest kalır. Bok böceği, yönünü Samanyolu galaksisini kullanarak belirlediği bilinen tek böcek türüdür (Şekil 4.21) ve “hayvanlar âleminde yol bulmak amacıyla Samanyolu Gökadası’nın kullanıldığını gösteren ilk kanıttır” (Anonim 2014g).



Şekil 4.21. Samanyolu gökadasını kullanan bokböcekleri (Anonim 2013f)

Araştırmacı Marcus Byrne; gübre böceklerinin en sönük yıldız ışığında bile sınırlı işlem gücü kullanarak çalışabilen, etkili bir görsel navigasyon sisteminin olduğunu, dolayısıyla bu böceklerin insanlara görsel sistemlerde oluşan problemleri çözmeyi öğretebileceğini ifade etmektedir (Anonim 2014h).

Bok böcekleri 1970li yıllardan beri özellikle Avustralya başta olmak üzere, meraları hayvan dışkılarından temizlemek amacıyla kullanılmaktadır. Avustralya'da, her gün,

yarım milyon ton inek dışkısı toprağa bırakılmaktadır. 250 baştan oluşan bir sürüde; bu, günde 4,1 ton; yılda ise, 1600 ton dışkının toprağa bırakıldığı anlamına gelmektedir. Doğal bok böceği bulunan Avustralya’da, çiftlik dışkılarının ortadan kaldırılması için ayrıca Afrika’dan yeni türler de ithal edilmiştir (Anonim 2010b).

Bokböcekleri, mera ortamına yaptığı yararların yanı sıra, çiftlik hayvanlarına da çok önemli katkılar da bulunmaktadır. Örneğin; iki önemli ekonomik büyükbaş hayvan zararlısı olan karasinek (*Haematobia irritans*) ve yüz sinekleri (*Musca autumnalis*) türlerinin üreme yeri ve gelişme ortamı dışkıdır. Tek bir dışkı kümesi, bokböcekleri gibi rakiplerinden korunduğu takdirde 60-80 sinek ergini meydana getirebilir. Bokböcekleri; bulunduğu ortamda beslendiği esnada sinek larvalarıyla besin için rekabet eder ve fiziksel olarak zarar verir. Bunun sonucunda da bokböceğinin faaliyet gösterdiği yerde sinek sayıları önemli derecede azalır. Yapılan araştırmalar sonucunda, *Onthophagus gazella*’nın saldırısına uğrayan inek dışkı kümelerinde gelişen sinek sayısının, *Onthophagus gazella*’dan arındırılmış dışkı kümelerine oranla, %95 kadar azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bokböceklerinin; çiftlik hayvanlarının mide-bağırsak parazitleri için de etkin biyolojik kontrol etmeni oldukları rapor edilmiştir. Çoğu mide-bağırsak parazitlerinin yumurtaları, konak hayvanın dışkısına geçmektedir. Daha sonra dışkıda olgunlaşan yumurtalar açılarak bağımsız hareket eden larvalara dönüşür ve hastalık safhasına kadar hayatlarını devam ettirirler. Eğer yumurtanın gelişme ortamı olan dışkı böcekler tarafından kaldırılırsa, yumurtalar telef olur ve parazitin hayat döngüsü kesintiye uğrar. Meralarda dışkı kümesinin kaldırılması aynı zamanda, otlak mevcudiyeti için de yararlıdır. Çünkü, çoğu geviş getiren hayvan, kendi türlerinin dışkı kümelerine yakın yerlerde otlamamaktadır. Araştırmalar; merada otlanacak bitki olsa da, bu dışkı kümelerinden dolayı hayvanların bu bitkilerden yararlanamadığını göstermiştir. Bunun sonucunda, büyükbaş hayvan dışkı birikintileri, her yıl belli bir oranda mera alanını, kullanıma elverişsiz hale getirmektedir. Bokböcekleri sayesinde dışkılarının tamamen ve hızlı bir şekilde ortamdan kaldırılması ile parazitlerin hayat döngüsünün bozularak popülasyonlarının azalmasının yanı sıra meradaki otlanma etkinliğinin de, önemli oranda artırılabilirdiği tespit edilmiştir (Anonim 2010c).

Sullivan (2014), Kızılırmak deltasında bok böcekleri üzerine yaptığı bir araştırma neticesinde; böceklerin çayır ve çimenlerin gelişmesine yardımcı olduğunu, toprak ve yer altı sularının kirlenmesini engellediğini, Ozon tabakasını koruduğunu, hayvanların bırakmış oldukları parazitleri ayrıştırarak yok ettiğini bildirmektedir.

Günümüzde; bokböceklerinin dışkı kümelerini geri dönüştürmesinin yanı sıra, toprağın havalanmasının ve doğal yolla gübrelenmesinin düşük maliyetli yolu olarak, giderek daha fazla tanınmaktadır.

Sonuç olarak; suni gübrelerin toprağı verimsizleştirme ve ek bir maliyet gibi mahsurlara sebep olmadan, yüzyıllardır toprağın verimini artırma konusunda usanmadan vazife gören bütün bu küçük canlıları korumak, insan için bir zarurettir. Dünya'daki milyonlarca büyük otobur hayvanın dışkısıyla hiçbir canlı ilgilenmeseydi, çok büyük problemlerle karşı karşıya kalabilirdik.

4.2.3. Çevre sağlığının korunmasında böcekler

Böceklerin önemli bir kısmı, organik maddelerin ayrışmasını ve tekrar toprağı kazandırılmasını sağlamaktadır. Bu küçük yaratıklar, adeta doğada birer gönüllü temizlik işçisi gibi gece gündüz durmaksızın kendilerine verilen görevleri yerine getirmektedirler. Hayvan ölümleri, hayvanlar ile insanlara ait dışkılar, ölmüş ya da kurumaya yüz tutmuş bitki ve ağaçlar hatta ağaç kütükleri, doğa da hem görüntü kirliliğine, hem de yayacağı pis koku ve hastalıklara neden olacaktır. İşte bazı omurgasız hayvan türleri insana farketirmeden sessiz sedasız çevredeki dışkı, leş ve çürümekte olan maddeleri temizlemekte, çevre sağlığının korunmasına inanılmaz katkılar sağlamaktadırlar. Bok böcekleri, Leş böcekleri, Deri böcekleri ve Leş sineklerinin yanı sıra, Odun-delici böcekler, Termitler, Marangoz karıncalar ve diğer odunla beslenen böcekler hatta çöl çekirgeleri ile kırmızı karıncalar ekosistemde önemli bir rol oynamaktadırlar. Bu böcekler, hayatta kalabilmeleri için beslenirken diğer taraftan çevreyi de temizlemektedirler. Bu geri dönüşüm süreci, böceklerin artıklarını tüketen saprotroflar tarafından tamamlanmaktadır.

4.2.3.a. Bok böcekleri

Coleoptera takımına ait Scarabaeidae türlerinin büyük çoğunluğu "çöpçü"dür; Dışkı, leş ve çürümekte olan bitkilerle beslenirler. Dışkıları geri dönüştüren bokböcekleri, önemli bir çevre temizleyicisidirler. Aphodiinae alt familyasında bulunan özellikle *Aphodius* türleri ise, gübrelerin yanı sıra, insan dışkısıyla da beslenmektedir. Bu böceklerin çoğunluğu, yumurtalarını dışkıdan inşa edilen yeraltı odacıklarına bırakırlar ve burada beslenen larvalar, pupa evresini geçirerek yetişkin bireylere dönüşürler. Görünüşte sevimsiz bir işle uğraşan bu renkli böcekler, organik maddenin hızla geri dönüştürülmesini ve hastalık yapan atıkların ortadan kaldırılmasını sağlarlar.

Bokböcekleri (*Onthophagus sp.*) (Şekil 4.22), genelde Domuz, keseli sıçan, köpek, sığır, rakun ve at gibi belli tiplerdeki hayvan atıklarını tercih etmektedir (Bertone 2004; Fincher *et al.* 1970). Bu türler, öncelikle domuz ve keseli sıçan pisliğini tercih ederken, *Phanaeus vindex* türü ise, insan dışkısını da tercih etmektedir (Woodruff 1973).



Şekil 4.22. *Onthophagus hacete* (Anonim 2013c)

4.2.3.b. Leş böcekleri

Coleoptera takımında bulunan Silphidae familyasına ait Leş böcekleri, ölü veya çürüyen bitki ve hayvanların organları ile beslenen ve bir çözücü olarak doğada geri dönüşüm

sağlayan önemli böceklerdir. Hayvan cesetlerini toprağı kazıp gömdükleri için bunlara “mezarcı böcekler” de denilmektedir. Bu böcekler, çoğı türün aksine, arı kovanlarına benzer yuvalarda leş yiyerek, bazı gözleri olmayan türlerde mağaralarda yarasaların dışkılarıyla beslenerek yaşamlarını devam ettirmektedir (Anonim 2014).

Mezarcı böcekler, *Necrophorus* sp. ve *Silpha* sp. türlerine mensup böceklerdir. Adi leş böceğı (*Necrophorus vespillo*), *Necrophorus* grubunun iyi bilinen bir üyesidir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Bir kemirgen leşindeki *Necrophorus vespillo* (Anonim 2013c)

Silpha sp., üyeleri yassı olduklarından kolaylıkla leşlerin altına ve içine sürünebilirler. Bu grup üyelerinden siyah parıltılı leş böceğı (*Silpha atrata*) (Şekil 4.24), ölü sümüklüböceklerle beslenmektedir.



Şekil 4.24. Siyah parıltılı leş böceği (*Silpha atrata*) (Anonim 2013g)

Bir yerde bir hayvan ölünce, leş böcekleri, özel duyargaları sayesinde bunu algılar ve her taraftan gelmeye başlarlar. Aradıklarını keşfedince, kendilerini yere bırakır, işlerine neresinden başlayacaklarını kestirmek için leşin üzerinde dolaşmaya başlarlar. Yer uygun olduğu takdirde, derhal leşin altını kazmaya başlarlar. Fakat arazi sert ve kayalık olduğu takdirde, ölü hayvanın başka bir yere nakledilmesi gerekecektir. Tabii bunun için, leşin, birkaç çift tarafından sürüklenebilecek kadar ufak olması lâzımdır. İki leş böceğinin bir fareyi birkaç metre ilerideki kazılmaya elverişli bir toprağa kadar sürükledikleri görülmüştür. Bu kınkanatlılar daima ufakça hayvanları tercih eder, daha iri leşleri başka çöpçülere bırakırlar. Altındaki toprak kazıldıkça, leş göz göre göre çökmeye başlar. Çok geçmeden, kazılan topraklar leşin üzerine yuvarlanarak dökülür. Leş böcekleri işlerini bitirince, orada çalıştıklarının tek delili olarak, arkalarında sadece ufacık bir alan karışmış toprak bırakırlar. Sıçan iriliğinde bir hayvanı 2-3 saat, bir fare'yi ise 5-6 saat içinde gömebilirler. Mezarıcı böcekler, hızlı çalışırlar, zira ağır davrandıkları takdirde, sineklerle başka çöpçüler çok geçmeden leşten hisselerini almaya gelirler. Leş sinekleri, leşin üzeri örtülmeden yetişirlerse, hemen yumurtalarını leşin üzerine bırakırlar. Yumurtalardan çıkan sinek larvaları, mezarıcı böceklerin larvaları daha dünya yüzüne çıkmadan bütün yiyeceği yiyip bitirirler (Anonim 2015 k).

4.2.3.c. Deri böcekleri

Deri böcekleri, bazı uzmanların Coleoptera takımının Trogidae familyası, bazılarının ise Scarabaeidae familyasının Troginae alt familyası içinde sınıflandırdığı 150 kadar böcek türünün ortak adıdır. Uzunlukları 1 cm kadar olan bu böceklerin gövdesi koyu kahverengi üstleri pürüklüdür. Kurumuş hayvan leşleriyle beslendikleri için yararlı kabul edilirler. Bu böcekler, beslenebilmek için mutlaka insan ve hayvanların bulunduğu alanı tercih etmektedirler. Genellikle sıcak havalarda aktif olan deri böcekleri kış aylarında ve soğuk havalarda pasif olurlar. Ağız kısımlarında çok sert kemirme kısıkaçları bulunur. Deri böceği, besine ulaşmak için kurşun gibi yumuşak madenleri dahi kemirebilmesinin yanı sıra, ağaç, naylon ve karton gibi maddeleri de kemirerek beslenebilmektedir. Genellikle, kuru et, deri, ceset üzerindeki kıllar ve tırnaklar ile beslendiğinden kuru et böcekleri olarak da isimlendirilirler. Bunlar ışıktan kaçarak oyuklara saklanırlar (Akdemir 2005).

Bu familyanın en tanınmış türü olan *Dermestes maculatus* (Şekil 4.25), siyah, mat ve genelde tüylü yapıda olup, ölü hayvanların altında bulunur. Ölü bir hayvanın üzerinde beslenerek iskelet haline getirir. Erginler genellikle bir hayvanın ölümünü takibeden 5-10 gün içerisinde cesede gelir ve 5-6 hafta beslenir. Bununla birlikte, kurutulmuş hayvan ürünleri, ipek, kuru balık peynir ve et gibi ürünlerde de zararlı olmaktadır. Larva ve ergin beslenmesi (Şekil 4.25) birbirine yakındır. Ayrıca, bu böcek üniversiteler ve müzelerde iskeletlerin etlerden arındırılması için de kullanılmaktadır (Anonim 2015b).



Şekil 4.25. *Dermestid* larvası ve *Dermestes maculatus* (Anonim 2015b)

4.2.3.d. Leş sinekleri

Leş yiyiciler olarak bilinen bu sinekler, Diptera takımına ait çeşitli familyalara mensup böceklerdir. Erginleri 1-2 kilometre yol kat edebilmektedirler. Genellikle sabah erken ve akşam saatlerinde aktiftirler. Rüzgârlı havalarda, çalılıklarda, bitki yaprakları altında ya da çatlak ve kovuklarda saklanırlar. Bu böcekleri kimse sevmez ama bu sinekler, leşler ve ölü hayvanlar üzerinde kimsenin yapamayacağı bir temizliği yapmaktadırlar. Çürütücü bakteriler sayesinde etleri bile çorba haline getirebilen sinekler, böylelikle herşeyi emilebilecek şekle getirip yok ederler. Leş sinekleri, besinlerini diğer birçok canlıda olduğu gibi ağızlarında değil dışarıda öğütürler. Besin maddesi üzerine hortumları vasıtasıyla boşalttıkları özel bir sıvı sayesinde besinler, emilebilecek kıvama gelir ve sinek daha sonra besini içine doğru çeker (Anonim 2014a).

Leş sinekleri, doğada ölmüş bir canlının leşini yiyerek birçok salgın hastalığın yayılmasını önlemektedirler. Çöp yığınları ve ölü hayvanların bulunduğu yerde görülen bu küçük omurgasızlar dünyanın her yerine yayılmışlardır. Bu böcekler, hemen hemen bütün ekosistemlerde önemli bir rol oynamaktadırlar. Nektar, et ve çöp yığınlarıyla beslenen Leş sinekleri bir hayvan ölüsünün kokusunu hemen alır ve üzerine üşüşür ve ardından yumurtalarını leşin üzerine bırakırlar. Yumurtalar birkaç gün ya da en fazla bir hafta içinde açılır. Yumurtadan çıkan larvalar cesedin etini yemeye başlarlar.

Leş sinekleri, çok önemli bir ekolojik işlemi sağlamasına rağmen bazı türleri insan da dahil olmak üzere canlı hayvanların dokularına yumurta bırakmakta insanlar ve hayvanlarda önemli sağlık sorunlarına yol açmaktadırlar (Anonim 2014a).

CALLIPHORIDAE: Orta boyllu sineklerin bulunduğu geniş bir familyadır. Tüm dünyada yayılış gösteren bu familyanın 1000'e yakın türü teşhis edilmiştir. İnsanlarla iç içe yaşama son derece adapte olmuş bu böcekler proteince zengin maddelerin bozulduğu yerleri yaklaşık 2 km mesafeden bularak hemen yumurta bıraktıkları için leş ile ilk temas eden canlılar olmaktadır.. Bu familya yeşil renkli sinekleri (*Phaenica* cinsi), mavi renkli sinekleri (*Calliphora* cinsi) ve oyucu kurt sineklerini (*Cochliomyia*

cinsi) içermektedir. Bu familya besin zincirinde ve omurgalı cesetlerinin parçalanmasıyla ekolojik dengenin sürekliliğinin sağlanması açısından son derece önemlidir. *Calliphora vomitoria*, metalik parlak mavi, yeşil ya da kara göğüs ve karın renklerine sahiptir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Mavi leş sineği (*Calliphora vomitoria*) (Anonim 2015c)

Lucilia sericata, metalik yeşil, siyah, mavi, bronz ya da sarı yeşil renklere sahip (Şekil 4.27) bu sineklerin renk cümbüşü bizi büyülese de gaita üzerinde dolaşmaları ve vızıldamaları tiksinti duymamıza neden olur. Leş sineği olarak bilinen bu canlılar üreme döngülerini çürümekte olan organik maddelere veya açık yaralara yumurta bırakarak gerçekleştirirler. Sineğin larvaları sadece çürümekte olan organik maddelerle beslenir ve canlı dokuya zarar vermez. Sinek larvalarının bu özelliği, iyileşmeyen ya da geç iyileşen yaralarda tedavi sürecinde kullanılmalarını sağlamıştır.



Şekil 4.27. *Lucilia sericata* (Anonim 2015d)

SARCOPHAGIDAE: Oldukça geniş bir familya olan Sarcophagidae'nin 2000'in üzerinde teşhis edilmiş türü bulunmaktadır. Tropikal ve sıcak bölgeler de dâhil olmak üzere tüm dünya üzerinde temsil edilen bir familyadır. Erginler nektara yöneldiklerinden, sıklıkla çiçekler üzerinde bulunmaktadırlar. Familyanın Latince adı "Et Yiyen" anlamına gelmektedir. Cesetle beslenmelerine ek olarak, kokuşmuş ve tamamen çürümüş etlerle de beslenmektedir. Birçok türünün miyazis etkeni olduğu ve birçok hastalığın mekanik vektörleri oldukları bilinmektedir.

MUSCIDAE: Evsinekleri, Dünya çapında yayılış gösteren oldukça geniş bir familyadır. 3000 kadar türü bilinen bu sinekler, birbirlerine çok benzediklerinden sistematik olarak ayrılmaları oldukça zor olmaktadır. İnsanlarla iç içe yaşamaları nedeniyle birçok türün, habitat seçimi, davranışları ve besin tercihleri, çeşitlilik göstermektedir. Erginler, çürümekte olan bitkisel ve hayvansal materyallerle, bitki

polenleriyle, dışkıyla hatta kanla bile beslenebilmekte ve bu beslenme farklılıkları yayılışlarını doğrudan etkilemektedir.



Şekil 4.28. *Sarcophaga africa* (Anonim 2015e)

Evsinekleri (*Musca Domestica*), genellikle yağmur sonrasında toprağın henüz kurumamış anında veya bataklıklarda yaşamayı tercih ederler (Şekil 4.29). Artıkların fazla olduğu alanlarda daha kolay bir şekilde besin bulan bu hayvanlar daha çok bu yönden zengin olan yerlerde bulunurlar. Çürüyen bitkiler ve gübreler aslında sinekler için en güzel alanları oluşturmaktadır. 1 kg kadar domuz veya at dışkısında 5000-8000 kadar evsineği beslenebilir.



Şekil 4.29. *Musca Domestica* (Anonim 2013e)

SCATHOPHAGIDAE: Tezek sinekleri, dünya çapında 250 tür ile temsil edilmektedirler. Kırmızı ya da sarı renkli yoğun kıllı bir vücuda sahiptirler. Bazı türleri çürümekte olan hayvansal ve bitkisel materyallere yönelirler ve larvaları çoğunlukla çürümüş cesetlerde gözlenir.

STRATIOMYIDAE: Silahlı sinekler, 5-20 mm. arası büyüklükte ve teşhis edilmiş 250 türü ile temsil edilmektedirler. Ergin bireyler yabani arılar gibi kahverengi ya da yeşil koyu zemin üzerine sarı veya beyaz şeritler taşırlar. Sıklıkla çürüyen bitkisel ve hayvansal materyaller kadar nektarlı bitkilerin ve nemli vejetasyonun üzerinde bulunurlar.

4.2.3.e. Odun-delici böcekler

Bu sınıf, larvalarının odunla beslendiği pekçok böcek türü ve familyasını içermektedir. Ekolojik ve ekonomik önemlerinin olmasının yanı sıra, bazı türleri sağlıklı ağaçlara zarar vererek ekonomik zararlara neden olurlar. Ormanlarda fırtına kırma ve devirmeleri, kar kırmaları, orman yangını, ağaçlar ve dalların diğer böcek türleri

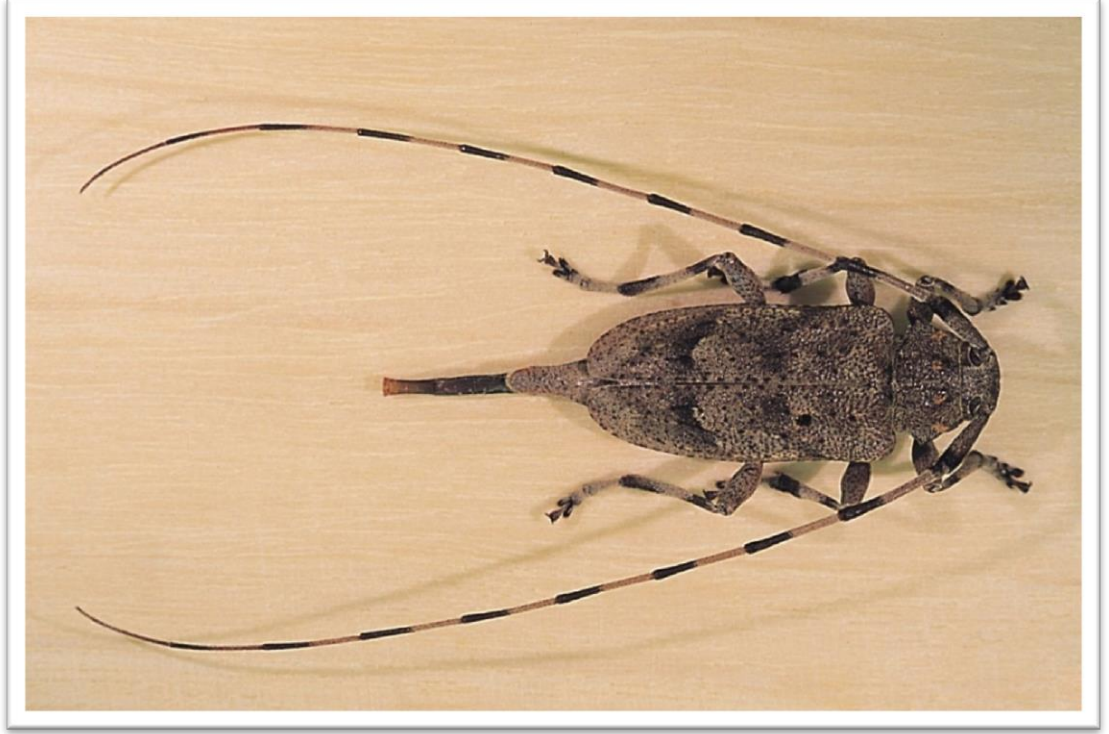
tarafından büyük ölçüde yenmesi, ekstrem kuraklık ve özellikle temiz bir işletmenin olmaması nedeniyle eski kütükler, ölmüş ve ayrışmakta olan ağaçlar, kırılmış ve ölmüş dallarda bu böcekler ortaya çıkarlar. Odun-delici böcekler, devrilmiş ağaç ve kütüklerin dönüşümünü ve ölü ağaçların devrilmesini hızlandırarak orman düzeninin korunmasında önemli rol oynarlar. Bu böcekler, Coleoptera takımı, Scolytidae (Kabuk böcekleri), Buprestidae (Süslü böcekler) ve Cerambycidae (Teke böcekleri) familyasına bağlı böcek türleridir.

Kabuk böcekleri familyasında bulunan *Xyleborus* ve *Xyloterus* cinslerine bağlı böceklerin erginleri ve larvaları, besin gereksinimlerini ağaçların kabukları ve odunun dış kısımlarındaki dokuları yemek suretiyle temin ederler. Ağacın içinde açtıkları tünellerle ağacın devrilmesini hızlandırırlar. Hücre içeriğinden sakkaroz, maltoz ve hemiselüloz sindirirler. Ormanlar için dışarıdan herhangi bir insan müdahalesinin olmadığı bir meşcerede dökülen hastalıklı odun materyalinin bile, kabuk böceklerinin üremesi için yeterlidir. Bu türler ekonomik zarar eşiğini aşmadıkları sürece meşcere artıklarının hızlı bir şekilde ayrıştırılmasında büyük öneme sahiptirler. *Xyleborus dispar* (Şekil 4.30) gibi bazı türler kültür alanlarındaki kitle üremeleri ile fizyolojik bakımdan zayıf düşmüş ağaçları ölüme sürükler. *Xyloterus lineatus* (Şekil 4.30) ise, gölgede büyümüş dikili ağaçlara ve yaşlı ağaçların kalın dallarına arız olur (Selmi 1998).



Şekil 4.30. *Xyleborus dispar* ve *Xyloterus lineatus* (Selmi 1998)

Teke böcekleri, yaşlı, kurumaya yüz tutmuş veya çeşitli faktörlerden dolayı zayıflamış ağaç ve kütüklerle beslenerek, bunların ölümlerini hızlandırmakta ve geri dönüşümlerini sağlamaktadır. Örneğin; Dülger Teke böceği (*Acanthocinus aedilis*) (Şekil 4.31), zarar görmüş çam ağaçlarında ve kesilmiş ağaç kütüklerinde beslenir (Selmi 1998).



Şekil 4.31. *Acanthocinus aedilis* (Selmi 1998)

Buprestidler ölü ve çürümüş materyallerle beslenerek, bunların geri dönüşümlerini temin ederler. Larvalar, özellikle zayıf düşmüş ve kurumuş ağaçlarda galeri açarak beslenirler. Döküntü, çürüyen materyal, canlı ve ölü ağaçlar bu türlerin besin kaynaklarını oluşturur. Örnek olarak; bu familya içerisinde yer alan çam büyük süslü böceği (*Chalcophora mariana*) (Şekil 4.32)'nin larvaları kütükler ve odun enkazları ile beslenir (Selmi 1998).



Şekil 4.32. *Chalcophora mariana* (Selmi 1998)

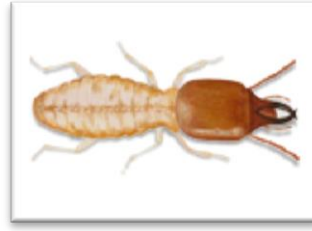
4.2.3.f. Termitler

Beyazkarınca olarak ün salmış olan termitler, karıncalara dış görünüş olarak benzerlik gösterebilirler de, aslında karıncalardan çok hamamböcekleri ile daha yakın akrabadırlar. Isoptera takımı içerisinde yer alan bu böcekler, karıncalarla hiç geçinemezler. Dünya üzerinde yaşayan milyarlarca sayıda ve 1 cm büyüklüğünde olan termitler, sindirim sisteminde yerleşen kamçılı protozoonlar sayesinde doğada parçalanıp yok edilmesi oldukça güç olan selülozu ayrıştıran ve bunun sonucu bol miktarda metan ve karbondioksit gazı üreten ender canlılardır. Bilim adamlarının tespitlerine göre, atmosferdeki metan gazının %4'ü, karbondioksitin %2'si termitler tarafından üretilmektedir. Toprak üzerindeki selüloz yapısındaki bitkisel atıklar termit'ler tarafından yok edilmeseydi büyük artık yığınları oluşur ve bu giderek kalınlaşarak dünyayı yaşanılmaz bir yer haline getirirdi (Anonim 2012b).

Termitler, odunsu maddelere ek olarak, canlı ağaçlarla, ekinlerle, plastik ve kauçuk da dahil, birçok madde ile beslenir. Geniş olarak bakıldığında, 2 ana grupta incelenir.

-Kuru Odun Termitleri (*Kaloterme flavicollis*); Bunlar, tamamıyla ahşabın içinde çalışırlar ve genellikle, çok ciddi hasar meydana gelene kadar belirlenemezler.

-Toprakaltı Termitleri (*Coptotermes spp.*); Yaygın olan termit türlerini barındırırlar. Büyük tümseklerin içinde veya yaşlı ağaçların kütüklerinde yaşayan bu böcekler, kendilerini kurumadan korumak için çamur tünelleri inşa ederler. Bu termitlerin en sık rastlanan üç grubu; ıslak ahşap termitleri (Termopsidae), nemli ahşap termitleri (Rhinotermitidae) ve yeraltı termitleri (Macrotermitidae)'dir (Anonim 2015 o).



Şekil 4.33. Toprakaltı termitlerinin görünüşleri (Anonim 2015f)

4.2.3.g. Marangoz karıncalar

Marangoz karıncalar, Hymenoptera takımı, Formicidae familyası, *Camponotus* cinsine bağlı sosyal böceklerdir. Dünyanın çok çeşitli yerlerine dağılmış olan Marangoz karıncaları (*Camponotus sp.*) tercihen ölü, çürümekte olan ağaçlarda, içi boş ve nemli tahtalara galeriler açarak yuvalar kurarlar. Yuvalar arasında geçitler yaparak alanı istila ederler. 1000'in üzerinde tür içerirler. Ölü hayvan, bitkisel besinler ve yaprak bitlerinin çıkardıkları tatlı maddelerle beslenirler. Marangoz karıncaları, adlarını, yuva yapmak için tahta aksamı delip, oyma özelliklerinden alırlar. Bunlar, renkleri siyahtan kahverengiye ve hatta kırmızıya kadar değişen, büyük karıncalardır. Tahta ya da odun yemezler ama, yuva yapmak için, onun içinde tüneller açarlar. Kemirme sonucu oluşan talaş yığınlarını yuvanın dışına atarlar. Normal şartlarda, canlı ya da ölü ağaçlarda yuva

yapıp, kütükleri ya da ağaç gövdelerini çürütürler. Devrilmiş ağaç ve kütüklerin dönüşümünü ve ölü ağaçların devrilmesini hızlandırırlar. Örneğin; marangoz karıncalarından *Camponotus pennsylvanicus* (Şekil 4.34), sürüleri, baharda görünürler ve nemli odunları geri dönüştürürler (Anonim 2015 p).



Şekil 4.34. *Camponotus pennsylvanicus* (Anonim 2015g)

4.2.4. Yabancı otlarla biyolojik mücadelede böcekler

Yabancı otlar kültür bitkileri içerisinde veya herhangi bir ortamda yetişmesi istenmeyen bitkilerdir. İnsanlar, tarımın başlaması ile birlikte yabancı otlar ile tanışmışlar, o günden bu yana da yabancı otlarla mücadele etmektedirler. Bu bitkilere herhangi bir biyotik faktör (insan, hayvan, mikroorganizmalar) etki etmediği sürece bulundukları habitatın hakimidirler. İster bulundukları coğrafyanın özgün bitkisi olsunlar, isterse yabancı orijinli olsunlar, yabancı otlar tarımsal alanlardan çayır-mera alanlarına, parklardan arkeolojik alanlara sulak habitatlardan spor alanlarına, tarla ve yol kenarlarından demiryollarına kadar çeşitli ortamlara kolaylıkla adapte olabilirler (Uygun 2002).

Dünyada yaklaşık 320,000 bitki türü bulunmakta, bunların yaklaşık 3000 kadarı yabancı ot olarak tanınmakta ve 76 tür ise, “En Kötü Bitkiler” olarak atfedilmektedir.

Tarım alanlarında yabancı otlar ürün azalmasının yanında kültürel işlemlerin zamanında ve istenilen etkinlikte yapılmasını engellemekte, zehirli tohumları ürüne karışarak insan ve hayvan sağlığını olumsuz etkilemekte, hastalık ve zararlılara da konukçuluk etmektedirler (Uygun vd 1984; Özer vd 2001).

Dünyada buğday, mısır, çeltik, pamuk, soya gibi bazı önemli kültür bitkilerinde hastalık, zararlı ve yabancı otlardan dolayı ürün kaybı yaklaşık %67.15 olup, bunun %31.62'si yabancı otlardan kaynaklanmaktadır (Derke vd 1994).

Yabancı otların yaptıkları zararları gözle görmek mümkün değildir. Zarar, ancak kıyaslanırsa fark edilebilir. Bu şekilde yabancı otlu ve yabancı otsuz parseller oluşturularak yapılan çalışmalar göstermiştir ki, birçok kültürlerde yabancı otlar %90'ın üzerinde verimi düşürebilmektedir (Uygun 1994).

Yabancı otların neden olduğu zararı ekonomik anlamda daha iyi anlayabilmek için değişik ülkelere ait veriler ortaya konmuştur. Combellak (1987), Avustralya'ya yabancı otların verdiği zararın ve mücadele masraflarının yıllık 2,700,000,000 Avustralya dolarına mal olduğunu, Schneider (1985) ise ABD'nde yabancı otların verdiği zararın parasal karşılığının yıllık 5,000,000,000 dolar olduğunu bildirmiştir.

Ekosistemin önemli bir parçası olan yabancı otlar, tarımın başlangıcından bu yana sorun olmuşlardır. Yabancı otların verebileceği zararı istenilen seviyeye düşürebilmek için çeşitli yabancı ot mücadele yöntemleri bulunmaktadır. Araştırmacılar yabancı otlardan kurtulmak için bugün kültürel, mekanik, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve entegre olarak adlandırdığımız yöntemleri geliştirmişler ve uygulamışlardır. Günümüzde birçok yerde yabancı otlarla mücadelede "Kimyasal Savaş"ın uygulanması düşünülse bile; hava, su ve toprakta ilaç kalıntısı, yaban hayatın öldürülmesi, merada otlatılan hayvanlara ve bunlarla beslenen insanlara olumsuz etkileri, doğal dengenin bozulması, çevre kirliliği gibi önemli yan etkileri ortaya çıkmaktadır. Bu yan etkilerin yanında çayır-mera alanlarında yabancı otlara karşı bir kimyasal savaş uygulamasında başarılı olduğu da dünya genelinde mevcut değildir (Uygun 2002).

Yabancı otlarla biyolojik mücadele yoğun olarak kullanılan pestisit tüketimine karşı önemli bir alternatif yöntemdir ve organik tarım gibi sürdürülebilir tarım sistemlerinin en önemli araçlarından birisidir. Yabancı otlarla beslenen ve doğal düşman olarak adlandırdığımız böcek, patojen (fungus, bakteri vb.), nematod, koyun, kaz, balık,

salyangoz gibi canlıları kullanarak yabancı otların populasyonlarını bize zarar veremeyecek kadar azaltma işlemine yabancı otların biyolojik mücadelesi denir. Yabancı otlarla biyolojik mücadelede hedef; yabancı otları yok etmek değil, zarar vermeyecekleri düzeyde tutmaktır. Her bir zarar veren grupta farklı yöntemlerle uygulanan biyolojik mücadele, ekolojik veya teknolojik olarak üretilen doğal düşmanların salımı esasına dayanır. Özellikle monokültür alanlarda daha başarılı örnekleri bulunan biyolojik mücadele her geçen gün daha fazla önem kazanmakta ve araştırılmaktadır. Biyolojik mücadele kısa zaman sürecinde çok yoğun araştırmaya ve yatırıma gereksinim duymasına rağmen başarı sağlandıktan sonra uygulaması en kolay ve en ucuz yöntemdir. Ancak, biyolojik mücadele araştırmaları kısa sürede sonuç alınan uygulamalar değildir. Örneğin; böcekler kullanılarak ve klasik yöntemle yapılan mücadele 11-24 yıl gibi bir süre alabilir (Andres 1977; Haris 1979). Bu nedenle biyolojik mücadele projeleri zaman ve maliyet gerektiren çalışmalardır (Uygun 2002). Yabancı otlara karşı yapılan biyolojik savaş, çevre açısından güvenli, ilave enerji ve masraf istemeyen, kendi kendine işleyen ekonomik bir uygulamadır (Haseeb *et al.* 2006).

Yabancı otların böceklerle biyolojik kontrolünde en iyi bilinen örnek; Avustralya'da süs bitkisi olarak yetiştirilen *Opuntia* spp.'nin kontrolüdür (Holloway 1964). *Opuntia vulgaris*'in kontrolü için, *Dactylopius ceylonicus* (Hemiptera: Dactylopiidae) 1795 yılında Brezilya'dan Kuzey Hindistan'a getirilerek, biyolojik kontrol sağlanmış, aynı başarılı sonuç, 1836 yılında Güney Hindistan'a, 1865 yılında ise, Sri Lanka'ya götürülmesi ile elde edilmiştir (Goeden 1988; Strobel 1991).

Araştırmalar sonucu, *Opuntia* türlerine hücum eden, diğerlerine saldırmayan böcekler belirlenmiş ve bunlardan Arjantin'den ithal edilen *Cactoblastis cactorum*, çok etkili bulunmuştur. Bu böceğin delici larvaları, bitkilerde beslenirken yumuşak çürüklük bakterilerini de buraya bulaştırmak suretiyle başarıyı artırmışlardır.

Yabancı ot kontrolünde ikinci örnek, Batı Amerika'da zehirli bir mer'a bitkisi olan *Hypericum perforatum*'un, *Chrysolina quadrigemina* ile kontrolüdür (Klingman 1982).

Ergin *C. quadrigemina*, ilkbaharda ve yaz başında çiçek açan bitkilerin kabuğunu soyarken, larva sonbahar ve kışın beslenmektedir (Van Zon 1984).

Carduus nutans'ın kontrolü için, 1968 yılında Kanada'ya, 1969 yılında ise Batı Virjinya'ya, Almanya'dan ithal edilen *Rhinocyllus conicus*'un erginleri, *C. nutans* üzerinde beslenip çiftleştikten sonra, ilkbaharın sonlarına doğru gelişmiş çiçeklerin braktelerine dişiler tarafından bırakılan yumurtaların açılması ile çıkan larvalar, çiçek tablasında delik açarak, bütün tohumların veya bir kısmının gelişmesini engellemiştir. Ayrıca, *R. conicus*'un kullanımı, meralarda ilave bitki rekabetinin sağlanmasında %90 başarılı olmuş fakat, tam kontrol sağlanamamıştır (Zimdahl 1993).

Pasifik, Güney Asya, Sri Lanka, Hindistan ve Afrika'ya yayılmış çok yıllık önemli bir su yabancı otu olan *Salvinia molesta*, yanlış teşhis ve uygun olmayan böceğin kullanılmasından dolayı biyolojik kontrolde başlangıçta başarılı olunamamıştır. Ancak, Brezilya'da CSIRO tarafından yapılan büyük bir araştırma sonucu, yüksek derecede etkili olan *Cyrtobagous salviniae* (Coleoptera: Curculionidae) saptanmıştır. Kuzey Avustralya'da ilk salınan böcek olan *C. salviniae* ile bir yıl içerisinde mükemmel bir kontrol sağlanmış ve *S. molesta* problem olmaktan çıkmıştır (Room *et al.* 1985). Benzer kontrol, Papua Yeni Gine, Sri Lanka, Hindistan ve Afrika'da da gerçekleştirilmiştir (Waterhouse 1992).

ABD'de, *Centaurea* türlerine karşı *Urophora affinis*, *Cypocleonus morbillosus*, *Apion alliariae* ve *Eustonopus villosus* türlerinin ümitvar olduğu ve detaylı çalışmaların sürdürüldüğü bildirilmektedir (Anon 1983). Bunların yanı sıra, *Centaurea solstitialis*'in çiçeklerinde zarar yapan bir böcek kompleksinin ortaya konulduğu ve bunlardan *Urophora sirunaseva* ile *B. orientalis*'in konukçuya özel oldukları belirlenerek, salımlarının yapıldığı bildirilmektedir (Anonim 1985).

Yabancı otların biyolojik kontrolü, bugün bir çok ülkede yapılmakta ise de en yaygın olarak ABD, Kanada, Avustralya ve İngiltere gibi ülkelerde kullanılma alanları bulunmaktadır. Söz konusu ülkelerde yabancı orijinli 86 yabancı ot türüne karşı, 192

organizma, yerli türlere karşı da 33 organizmanın salımı gerçekleştirilmiştir (Rosenthal *et al.* 1984). Böceklerle biyolojik kontrol üzerine ülkemizde yapılmış çalışma sayısı çok azdır. *Bangasternus orientalis*, *Larinus latus* (Coleoptera: Curculionidae), *L. minutus*, *L. onopordi*, *L. orientalis*, *L. rusticanus* ve *L. villosus* türlerinin *Cirsium* sp.'de, *Bangasternus planifrons*, *L. centaurea*, *L. latus*, *L. stumus*, *L. turbinatus* türlerinin ise *Centaurea* sp.'de bulunduğu kaydedilmektedir (Lodos vd 1978). *Phytomyza orobanchia*'nın *Orobancha* sp.'de zararlı olduğu (Giray ve Nemli 1983), *Pharaonus varicoloreus* (Coleoptera: Scarabaeidae)'un larvalarının *Glycyrrhiza glabra* L köklerini kemirerek, erginlerinin ise çiçek ve çiçek tomurcuklarını yiyerek, *L. latus*'un larvalarının *Onopordum armenum* gövdelerinde galeri açarak, ayrıca çiçeklerini yiyerek, *L. turbinatus* larvalarının *Cirsium syriacum*'un çiçek tablasında zararlı olduğu ve bunlardan *L. latus* ile *L. turbinatus*'un ümitvar oldukları belirtilmektedir (Karaat ve Göven, 1986). Monofag bir böcek olan *Capsodes infuscatus* (Hemiptera: Miridae)'un, Ege Bölgesi mer'alarında önemli bir yabancı ot olan *Asphodelus microcarpus* Viv.'un yaprak, sürgün ve çiçeklerini sokup emmek suretiyle gelişmesini engellediği ve kuruttuğu bildirilmektedir (Önder ve Karsavuran 1986). Orta Anadolu'da *Cirsium arvense* ve *Centaurea depressa* üzerinde rastlanan *Tephritidae* (Diptera) familyasından *Terellia ruficauda*, *Tephritis cometa* ve *Urophora stylata* türleri ile *C. arvense*'de bulunan *A. carduorum*, *Larinus planus* ve *L. turbinatus*'un, yine *C. depressa* ve *C. solstitialis*'te saptanan *Apion basicorne*'nin söz konusu yabancı otların kontrolünde, önemli bir potansiyele sahip olabilecekleri belirtilmektedir (Kedici vd 1994).

4.2.4.a. Biyolojik kontrol ajanı böceklerin taksonomisi

Geçtiğimiz 100 yıl boyunca, toplam 114 yabancı ot türü, 200 biyolojik mücadele etmeni ile kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Bu 200 faydalı türden 165 tanesi Arthropoda şubesine mensup özellikle de Hexapoda sınıfı üyeleri böceklerden oluşmaktadır. Bunlardan %62'si bir ya da daha fazla lokasyona yerleştirilmiş pozisyonda; %25'i ise yabancı otların kontrolünü başarmış durumdadır. Başarıya ulaşmış bu türler, Insecta içerisinde genel olarak 11 familyaya dağılmış durumdadır. Başlıca takımın Coleoptera, en önemli familyanın ise Curculionidae olduğu aşıkardır (Haseeb *et al.* 2006).

Yabancı otların biyolojik kontrolünde kullanılan biyo-ajan böceklerin taksonomisini gösteren çizelge aşağıda Çizelge 4.4 'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Yabancı otlarda biyolojik kontrol ajanı böceklerin taksonomisi

TAKIM	FAMİLYA	TÜR SAYISI
<i>Coleoptera</i>	Buprestidae: Jewelery beetles	(4 tür)
	Chrysomelidae: leaf beetles	(12 tür)
	Curculionidae: weevils	(48 tür)
	Scarabaeidae: <i>Dung beetle</i>	(2 tür)
<i>Lepidoptera</i>	Pyralidae: snout and grass moths	(3 tür)
	Arctiidae: tiger moths	(3 tür)
	Sesiidae	(1 tür)
<i>Homoptera</i>	Dactylopiidae: cochineal insects	(4 tür)
<i>Hemiptera</i>	Miridae	(1 tür)
<i>Diptera</i>	Tephritidae	(7 tür)

4.2.5. Zararlı böceklerle biyolojik mücadelede böcekler

Yeryüzündeki tüm hayvansal canlıların %45-50'sini oluşturan böceklerin sadece %2-3'lük kısmı zarar yapmaktadır. İnsanlara ve hayvanlara hastalık taşıyarak sağlığı tehdit eden, kültür bitkilerinde ürün kayıplarına neden olan, Orman ve Süs bitkilerine zarar veren ve kentsel yaşamda sorun yaratan türler bu %2-3'lük kısmı oluşturmaktadır. Fakat bu zararlıların, %99'a yakın bir kısmı doğal olarak baskı altında tutulmaktadır. Geriye kalan %1 kadarı bile ortaya çıkardığı çok önemli sorunlar nedeniyle insanoğlunu tarih boyunca uğraştırmaya yetmiştir. Gerek sağlık, gerek sosyal ve gerekse ekonomik açıdan birçok olumsuzlukları ortaya çıkaran bu türleri, elimine etmek veya baskı altına alabilmek için tarihin ilk devirlerinden bu yana çeşitli mücadele yöntem ve teknikleri geliştirilmiştir. Kimyasalların uzun vadede çevreye yaptıkları geriye dönüşümsüz olumsuz etkileri ilk olarak 1962 yılında Rachel Carson tarafından “Sessiz ilkbahar” (Silent Spring) adlı kitapta anlatılmıştır. Bu kitap biyologlara, ekologlara, araştırmacılara,

çevrecilere vb. birçok kesime çok önemli mesajlar vermiş ve bundan sonra da bu konudaki çalışmalara hız verilmiştir. Bu yöntemlerden en ümit verici, en çevre dostu, en ucuzu ve en sürdürülebilir olanı ise “Biyolojik Mücadele”dir. Biyolojik mücadele çalışmalarına ağırlık verilmesinin nedeni, sadece kimyasal mücadelenin olumsuz etkisinden kurtulmak değil, aynı zamanda belkide daha önemlisi, doğada zararlıları %99 oranında baskı altında tutan yararlı organizmalardan yararlanılmak istenmesidir (Uygun 2002).

Doğal dengenin korunması açısından biyolojik mücadelede kullanılan doğal düşmanlar vazgeçilmez bir öneme sahiptirler. İnsanlar tarafından yönlendirilen bu doğal düşmanlar içerisinde en yüksek başarı parazitoit, predatör ve entomopatojenlerde görülmektedir.

A) Parazitoitler

Parazitoit terimi, entomoloji ile ilgili birçok literatürde ve özellikle de daha eski literatürde “parazit” olarak geçmektedir. Bu iki terim çok kez içiçe değiştirilerek kullanılmaktadır. Ancak, parazitoitler konukçuları üzerinde beslenerek konukçusunu öldürürler, parazitler ise yine konukçuları ile beslenirler fakat konukçusunu öldürmezler. Parazitoitlerin ergin öncesi dönemleri sadece bir adet konukçu ile beslenirler, beslendiği konukçudan ayrılmazlar ve o konukçuyu aynı zamanda yaşama yeri olarak kullanırlar. Parazitoitlerin erginleri ise hareketlidirler ve yaşamlarını sürdürmek için genellikle ballı madde, nektar ve polene gereksinim duyarlar. Ancak bazı türlerin konukçuları ile de beslendiği ve bu yolla da konukçusu üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Parazitoitler genellikle konukçularından daha ufaktır ve konukçularının belirli bir dönemini parazitlemektedirler. Böylece yumurta, larva, pupa parazitoitleri diye gruplandırılırlar. Bazı durumlarda ise parazitoit yumurtalarını konukçusunun herhangi bir dönemine koyar ve ergin olarak bir sonraki döneminden dışarı çıkar. Örneğin yumurta, konukçusunun larva dönemine bırakıldığında, parazitoit erginleri konukçunun pupa döneminde ortaya çıkar. Bu gibi parazitoitlere larva-pupa parazitoitleri adı verilir. Zararlılara saldıran parazitoite genellikle pirimer parazitoit, pirimer parazitoitlere saldıranlara ise hyperparazitoit denilmektedir.

Hyperparazitoitlerin ortamda bulunması genellikle biyolojik mücadele açısından istenmeyen bir durumdur. Parazitoitler genellikle sadece bir konukçu türe veya akraba birkaç türe saldırırlar. Bu durum parazitoitlerin biyolojik mücadelede kullanılabilecek en uygun etmen olmasını sağlamıştır. Gerek üretiminin predatörlere göre kolay olması ve gerekse de konukçu spektrumunun dar olması nedeniyle klasik biyolojik mücadele ve çoğaltılarak salımı yapılan biyolojik mücadele programlarında en çok kullanılan bir etmen grubunu oluştururlar. Doğal ve agroekosistemlerde sayılamayacak kadar çok türü bulunan parazitoitlerin yaklaşık %78'i sadece Hymenoptera ve bir bölümü de Diptera takımında bulunurken, predatörlerin ise böceklerin hemen hemen tüm takımlarında az veya çok oranda bulunduğu bildirilmektedir (Feener and Brown 1997).

B) Predatörler

Birçok böcek takımında bulunan predatörler genellikle polifag'dırlar. Belirli bir ava özelleşmiş olanları çok azdır. Bunların hem ergin öncesi, hem de ergin dönemleri genellikle avcıdır. Çok yaygın olmamakla birlikte bazı predatörlerin erginleri avları ile değil, ballı madde, nektar, polen, su vb. maddelerle beslenirler. Ergin predatörler yumurtalarını avlarının bulunduğu yerlere bırakırlar, yumurtadan çıkan larvalar avlarını aramaya başlarlar ve bulduklarını ya çiğneyerek ya da sokup-emerek oburca tüketirler. Bunlar genellikle kendinden daha ufak ve daha zayıf avlara saldırırlar. Ancak, bazı predatör türleri kendinden daha iri bireylere saldırdığında onu ilk önce bir zehirle hareketsiz hale getirir ve ondan sonra yemeye başlar. Bazı gelin böceği erginlerinin 1-2 aylık ömürlerinde günde 100 kadar yaprakbiti tükettiği bilinmektedir. Polifag olmaları nedeniyle predatörler, özellikle koruma ve destekleme şeklindeki biyolojik mücadele programlarında kullanılabilecek en önemli etmenlerden bir grubu oluştururlar. Ancak, bazı türlerde kannibalizm, bazı türlerin ise zararlı olmayan diğer canlılarla beslenmesi, predatörlerin olumsuz yönleridir. Predatörlerin çoğaltılarak biyolojik mücadelede kullanılması tam olarak uygulamaya sokulamamıştır. Bunların kitle üretimi pahalı ve zordur. Yapay besi ortamlarında üretilenlerin de doğadaki etkinliğinin belirlenmesinde önemli eksiklikler vardır. Yapay besi ortamı hazırlama ve predatörlerin etkinliklerinin belirlenmesi konusunda araştırmalar yoğun bir şekilde sürdürülmektedir (Uygun 2002).

Predatör ve parazitoidlerin zararlılarla mücadelede ilk ne zaman kullanılmaya başlandığı bilinmemekle birlikte, Çin’de çok eski tarihlerde bir karınca türü olan *Oecophylla smaragdina*’nın tırtıllar ve turuncgil bahçelerinde galeri açan iri cüsseli coleopterlerin kontrolünde kullanıldığı bilinmektedir. Avrupa’da tahta kurusu ile mücadele amacıyla predatör bir pentotomid türü *Picromerus bidens* ile ilgili mevcut bilgi 1776 yıllarına kadar uzanmaktadır. Böcek parazitizmi ile ilgili olayları, ilk ve doğru olarak kimin telaffuz ettiği açık olarak bilinmemekle birlikte, İtalyan entomolog Ulisse Aldrovandi tarafından 1602 yılında yayınlanan “De Animalibus Insectis” adlı kitabı ile yalnızca modern entomolojinin kurucusu olmamış aynı zamanda, bu kitapta parazitizmi oldukça net bir şekilde açıklayarak modern Biyolojik Mücadele’ye çok önemli bir katkıda bulunmuştur. Biyolojik mücadele’nin yaygınlaşmasında diğer önemli bir dönüm noktası ise, ABD’nin Kaliforniya eyaletinde Turuncgil alanlarında büyük sorun olan Unlubite karşı *Rodolia cardinalis*’in 1888 yılında Yeni Zelanda’dan getirilerek salınması ve zararlının başarılı bir şekilde kontrol altına alınmasıdır. Bu tarihten sonra faydalı böceklerin başka ülkelerden getirilerek salınması konusunda oldukça başarılı çalışmalar yapılmıştır. Aynı yıllarda, İngiltere Yeni Zelanda ve Avusturalya’dan *Coccinella undecimpunctata*’yı götürerek başarılı bir şekilde yerleştirmiştir. Faydalı böceklerin bulunduğu alandan alınarak zararlının olduğu alanlara salınması 1920 yılında Flanders’in *Trichogramma*’nın kitlesel olarak üretimini başarısından sonra çok büyük bir değişim geçirmiş ve Biyolojik Mücadele’de üretim-salım çalışmaları hızla artmıştır. Özellikle *Trichogramma* bu amaçla en çok çalışılan etmen olup 1977 yılında SSCB 10,000,000 ha alana *Trichogramma* salımı yapmıştır. Aynı dönemde Çin’de 1,000,000 ha alanda *Trichogramma* ile Biyolojik mücadele yapılmıştır. Bu konuda en çok çalışma yapılan ülkelerden biride Küba’dır. Küba yaklaşık 700,000 ha alanda *Trichogramma* salımı yapmakta olup yaklaşık 516,000 ha alanda ise, patojenik funguslar kullanmaktadır. IOBC kayıtlarına göre; bugün Küba’da 220 civarında entomofaj ve entomopatojen üretim yeri vardır. Dünyada bugün yukarıda adı geçen ülkeler dışında Meksika, Brezilya, Kolombiya, Japonya Biyolojik mücadele konusunda en çok çalışmanın yapıldığı ülkelerdir. Meksika’da yaklaşık 1,500,000 ha şeker kamışı üretim alanında *Trichogramma*, *Habrobracon* ve *Chrysoperla* üretilip salınmaktadır. ABD son zamanlarda insansız hava araçları ile geniş alanlara Biyolojik mücadele ajanı salımı yapar hale gelmiştir. Bugün Çin’de 8000, Japonya’da 1100,

Brezilya’da 350, Hollanda’da 200 civarında tam zamanlı Biyolojik Mücadele çalışan bilim adamı vardır. Türkiye’de ise, Biyolojik mücadele çalışmaları Osmanlı dönemine kadar uzanmaktadır. Bu dönemde daha çok faydalı böceklerin yurt dışından getirilerek sorun yaşanan yerlere salınması şeklinde çalışmalar yapılmıştır. İlk olarak 1910 yılında narenciye bahçelerinde ve bazı meyvelerde zararlı olan Torbalı koşnil (*Icerya purchasi*) ile mücadele amacıyla o tarihte Osmanlı İmparatorluğuna bağlı olan Sakız Adası’ndan *Rodolia cardinalis* isimli predatör gelin böceği getirtilerek turunçgil bahçelerine salınmıştır. Torbalı koşnil sorununun çözümü için diğer bir predatör böcek olan *Chilocorus bipustulatus* ise 1920’de yine yurt dışından getirilerek kullanılmıştır. Daha sonra bu sorunun çözümü için 1922 yılında Fransa’dan *Rodolia cardinalis* getirtilerek İstanbul da bulunan Halkalı Ziraat Mektebinde üretilmiş ve gerekli yerlerde kullanılmıştır. Bu çalışmaların diğer bir örneği ise Elma pamuklubiti (*Eriosoma lanigerum*)’ne karşı kullanılmak üzere Fransa’dan getirtilip, Kuzeybatı Anadolu’da bazı yörelere salınmış bir parazitoid olan *Aphelinus mali*’dir (Şekil 4.35) (Anonim 2013h).

Osmanlı döneminde yapılan bu az sayıda çalışmanın bize gösterdiği iki önemli husus vardır, Bunlardan ilki Osmanlı döneminde Biyolojik mücadele çalışmalarına verilen önem, diğeri ise faydalı böceklerin getirilip salınması sonucu elde edilen faydanın görülerek yerel de üretim çalışmalarının başlamış olmasıdır. Cumhuriyetin kurulması ile birlikte kısa zamanda tarım eğitimi ve yayım faaliyetleri çalışmalarına başlanmış, Biyolojik mücadele konusundaki yaklaşım ise Osmanlı dönemindekine benzer olarak faydalıların ithal edilerek yerleştirilmesi ve yerelde üretim imkânlarının geliştirilmesi olmuştur.



Şekil 4.34. *Eriosoma lanigerum* ve *Aphelinus mali* (Anonim 2013h)

Bu amaçla 1931 yılında Ege Bölgesinde incirlerde zararlı İncir kurduna karşı *Bracon hebetor* adlı parazitoid getirtilerek incir alanlarına salınmış ve günümüze kadar başarılı bir şekilde ekosistemde yerleşmesi sağlanmıştır. Yine daha önce ithal edilmiş olan *Aphelinus mali* 1931 ve 1934 yıllarında İsrail’den getirtilerek bazı elma bölgelerimize salınmıştır. Yine daha önce Osmanlı döneminde getirtilmiş olan *R.cardinalis*’in yurtdışından üçüncü defa ithali ise 1932 veya 1933 yılında Mısırdan yapılmış olup, Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsüne verilen böcekler burada üretime alınmış ve salımı yapılmıştır. Daha sonra, Çukurova Bölgesine gönderilerek buraya yerleşmesi sağlanmıştır. Bu dönemde yine 1933 yılında Dut kabuklu biti (*Pseudaulacaspis pentagona*)’ne karşı *Prospaltella berlesei* ithal edilerek ülkemize yerleşmesi sağlanmıştır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. *Pseudaulacaspis pentagona* ve *Prospaltella berlesei* (Anonim 2015)

Uzun yıllar bu şekilde giden çalışmalar sonucunda Biyolojik mücadele'nin önemi fark edilmiş ve 1965 yılında Antalya'da "Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu" kurulmuştur. Bu araştırma istasyonunun ilk çalışmalarından biri turunçgil alanlarında sorun olan Unlubitin mücadelesinde kullanılmak üzere 1970'li yılların başında ABD'den *Cryptolaemus montrouzieri* ve *Leptomastix dactylopii* getirilerek üretimi yapılmış ve sorun olan alanlara salınarak mücadelede kullanılmıştır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. *Cryptolaemus montrouzieri* ve *Leptomastix dactylopii* (Anonim 2015)

Antalya Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu 1982 yılında "Araştırma Enstitüsü" hüviyetine kavuştuktan sonra yapılan önemli çalışmalardan biri de, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 1990'lı yıllarda önemli bir sorun haline gelen Turunçgil beyazsineği (*Dialeurodes citri*)'nin Biyolojik mücadele'si amacıyla Türkiye'de ilk defa Doğu Karadeniz Bölgesi'nde tespit edilen avcı böcek *Serangium parcesetosum*'un Doğu Akdeniz Bölgesine getirilerek yerleştirilmesidir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. *Dialeurodes citri* ve *Serangium parcesetosum* (Anonim 2015)

Araştırmalara paralel olarak, farklı faydalı böceklerin üretim ve salım çalışmalarına devam edilmiş ve 1994 yılında Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde polifag bir parazitoid olan *Trichogramma* spp. üretilmiştir. Bu parazitoid başta Mısırkurdu *Ostrinia nubilalis* ve elma içkurdu *Cydia pomonella* için başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Daha sonra ülkemizde uzun yıllardır sorun olan süne için 2001 yılından itibaren Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde, *Trissolcus* spp. üretimine başlanmış ve süne tehdidi altında olan alanlara salımı yapılmıştır. *Trissolcus* üretim çalışmaları sonraki yıllarda Konya ve Kırklareli illerinde de yapılarak 2012 yılı sonuna kadar doğaya yaklaşık 73,000,000 adet *Trissolcus* spp. salımı yapılmıştır. Bu uygulama, havadan uçakla süne mücadelesinin yasaklanmasının en iyi destekçisi olmuş ve kamuoyunda yankı uyandırmıştır (Birişik vd 2012).

Ekonomik açıdan zarar oluşturan böceklerin biyolojik kontrolünde yer alan *Arthropoda* şubesine ait önemli predatör ve parazitoit böceklerin ait oldukları takım ve familyalar (Çizelge 5 ve 6) da gösterilmiştir

Çizelge 4.5. Arthropoda şubesine ait bazı önemli predatör takım ve familyalar (Yıldırım 2012)

THYSANOPTERA	NEUROPTERA
Aeolothripidae	Chrysopidae
Phloeothripidae	Hemerobiidae
Thripidae	DIPTERA
HEMIPTERA	Cecidomyiidae
Anthocoridae	Chamaemyiidae
Gerridae	Sciomyzidae
Miridae	Syrphidae
Nabidae	HYMENOPTERA
Pentatomidae	Formicidae
Reduviidae	Vespidae
Veliidae	Sphecidae
Phasmatidae	Crabronidae
COLEOPTERA	ACARI
Carabidae	Phytoseiidae
Cicindelidae	Hemisarcopidae
Dytiscidae	Stigmaeidae
Cleridae	ARANEAE
Coccinellidae	
Cybocephalidae	

Çizelge 4.6. Dünyada biyolojik mücadelede kullanılan parazitoit familyalara ait türlerin zararlıları kontrol sayıları

HYMENOPTERA		DIPTERA
Stephanidae	Mymaridae	Cryptophetidae
Braconidae	Chalcididae	Tachinidae
Ichneumonidae	Torymidae	
Scelionidae	Pteromalidae	
Platygasteridae	Encyrtidae	
Cynipoidea	Aphelinidae	
Trichogrammatidae	Eupelmidae	
Eulophidae	Bethylidae	
Dryinidae	Scolioidea	

4.2.6. Yiyecek olarak beslenmede böcekler

Tüm canlılar, yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için enerjiye ihtiyaç duymakta, günlük işlerini yaparken enerji harcamakta ve gereksinimi olan enerjiyi besinlerden sağlamaktadırlar. Bu nedenle tüm canlılar, hayatlarının devamlılığı için beslenmek zorundadır. Dünyamızın bir parçası olan böcekler de, çeşitli besinlerle beslenmekte ve pekçok canlıya da besin kaynağı olmaktadır. Besin zincirinin önemli bir halkasını oluşturan böcekler, doğadaki dengenin korunmasında eşsiz bir rol oynamaktadırlar.

4.2.6.a. Balık besini olarak böcekler

Balıklar, beslenmek için doğal ortamlarında böcekler, küçük hayvanlar ve bitkilerden yararlanır. Balıkların bir kısmı su yüzeyinde avlanır, yüzen canlıları yerler. Bir kısmı orta düzeyde avlanır, yosun, bitki ve taşınan yemleri yerler. Bir kısmı da suyun dibinde beslenir, dibi eşileyip yemini bulur. Balıkların en çok tercih ettiği ve sevdiği besinler ise, canlı veya taze yiyeceklerdir. Balıklar, solucanları, böcek ve larvalarını severek tüketirler. Böcekler, birçok balık türü için doğal besin kaynağıdır. Tatlı su balıklarının

besininin 2/5'ini böcekler oluşturmaktadır. Örneğin; Larva ve pupa evresinde suda yaşayan sivrisinekler, bu evre boyunca suda yaşayan balıklar ve diğer canlıların besin kaynağı olurlar ve oradaki canlıların yaşamasına yarar sağlarlar. Diğer bir örnek ise, Afrika tropikal ormanlarındaki bataklıklarda yaşayan bir tür yılan balığı (*Channallabesapus*), yiyecek için karaya çıkarak böcek avlamaktadır. Bataklıkların besin açısından yetersiz olduğu durumlarda Eğik kemik yapısındaki kafası sayesinde kol ve bacaklara ihtiyaç duymadan vücudunun ön tarafını havaya kaldıran yılan balığı, böceğin üzerine hafifçe yaklaşır avını toprakla çeneleri arasında sıkıştırarak kaçmasını önler ve yakaladığı böceklerle beslenir.

Antwerp Üniversitesinde araştırmalarını yürüten Sam Van Wassenbergh'in dikkat çektiği bir diğer balık türü de Asya ve Afrika sahillerinde güçlü yüzgeçleri sayesinde karaya çıkıp avlanabilen esnek çeneye sahip balıklardır (Anonim 2006).

4.2.6.b. Kuş ve memeli hayvan besini olarak böcekler

Kuşlar dünyasında birçok familya ve türler aldıkları gıda Dolayısıyla böcek yiyici olarak bilinirler. Fakat bunların çoğu böceklerin yanında, örümcek, solucan, salyangoz ve diğer küçük hayvanları da yerler. Kuşlar arasında meselâ kırlangıçlar, isketeler, ağaç kakanlar gibi kuşların hemen hemen tamamı böceklerle beslenirler. Bir çok kuş da (kargalar, hakikî tane yiyiciler ve bilhassa tarla kuşları hatta yırtıcı kuşlar vs.) taneler ve yeşilliklerin yanı sıra ilâve bir gıda olarak böceklerle beslenirler. Kara kuşlarının besininin 2/3'ünü böcekler oluşturmaktadır. Bu örnekler gösteriyor ki, böcekler birçok kuş için tam ve kıymetli bir gıda teşkil etmektedir (Fischer 1995).

Memeliler arasında bazı yarasalar, bazı yarı maymunlar böcek yiyicidirler. Maymunların çoğu meyve yiyicidir ve bunun yanı sıra değişik miktarda böcek de yerler. Hakikî böcek yiyici hayvanlar serisindedirler. Doğrudan doğruya böcek yiyici (Insectivor) olarak tavsif edilen hayvanlar ekseriyetle böcekten ziyade kurtlar, solucanlar, salyangozlarla beslenirler. Köstebekler bir çok mayıs böceği larvalarını, krizalitlerini ve kurtlarını yiyip imha ederler, fakat solucanlarla beslenirler. Bazı sivri

burunlu fare türleri her iki çeşit gıdayı da alırlar. Kirpiller geceleri böceklerden ziyade solucan ve salyangozlarla beslense de meyve ve başka şeyler yedikleri de malûmdur. Hakikî böcek yiyicilerin çoğu bu familyanın tropik şekilleridir. Diğer memeliler, böcekleri ilâve bir gıda olarak zevkle yerler; meselâ porsuklar, ayılar, tilkiler kurtları, tırtılları veya salyangozları ihmal etmezler. Bütün maymunlar tabiî bir surette bol miktarda çeşitli böcekleri, onların larvalarını ve krizalitlerini yerler. Burada antropoitlerinde (Goril, Orangutan ve Şempanze) zevkle ve çok miktarda böcek yediklerini belirtmek lâzımdır. Bunlar tamamıyla saf meyve veya bitki yiyici değildirler. Tırtıllar, krizalitler, böcek larvaları ve kurtlar, çekirgeler vs. keza kuş yumurtaları, kuşların ve memelilerin (sincap v.s. gibi) yeni çıkmış yavruları, sürüngenler, kurbağalar ile meyve ve yapraklar bunların besin ihtiyacını temin etmektedirler. Görülüyor ki, memelilerde dahi yalnız başına böceklerle beslenmek, yahut solucan, salyangoz gibi hayvanları böceklerle birlikte yemek yeterli olmaktadır. Hatta yağ yapıcı (kış uykusunda) bir gıda olabilmektedirler (Fischer 1995).

4.2.6.c. Evcil hayvan besini olarak böcekler

Böcekleri protein kaynağı olarak evcil hayvanlarımızı beslemek için kullanabiliriz. Özellikle Çin'de balıkları, kümes hayvanlarını, domuzları ve çiftlikte yetiştirilen vizonları beslemek için böcekler kullanılmaktadır. Çin'de yapılan besleme denemelerinde, böceklerle besleme yönteminin balıkla besleme yöntemine göre daha ucuza mal olduğu hesaplanmıştır. Öncelikli olarak ipek böceği pupası (*Bombyx mori*), ev sineğinin larvası ve pupası (*Musca domestica*) ve unkurtlarının larvası (*Tenebrio molitor*) kullanılmıştır. Bu böceklerin ya da benzerlerinin özellikle kümes hayvanları ve balık çiftliklerinde besin olarak kullanılması ve araştırılması devam etmektedir.

İpek endüstrisinde de kullanılan ipek böceğinin pupası tavuklar için önemli protein kaynağıdır. Hindistan'da kümes hayvanları, bu pupadan elde edilen yağ ile beslenmektedir. Hindistan'da yılda 20 bin ton yağı alınmış ipek böceği pupası, ipek üretiminde yan ürün olarak üretilmektedir ve bunun büyük bir kısmı yumurta tavuğu yemi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, karasinek larvaları, kümes gübresi üzerinde

yetiştirilmekte ve bu larvalar daha sonra piliç yemi olarak tavuklara verilmektedir. Tavukların besini olan sinek larvaları, hayvan gübrelerinin geri dönüşümünü sağlarken; hem tavuklar beslenir hem de organik atıkların geri dönüşümü sağlanır (Sert 2003).

Unkurtları, bazı evcil hayvan türleri için yüksek kalitede protein kaynağıdır. Canlı yem olarak en çok larva formlarının tercih edilmesinin yanında, pupa ve ergin formları da kullanılabilir. Pupa formları kaplumbağalar tarafından, ergin böcek formları ise başta sürüngenler olmak üzere pek çok evcil hayvan tarafından iştahla tüketilir. Unkurtları, diğer böcek türlerinde olduğu gibi olta balıkçılığında da kullanılmaktadır.

Avustralya'da Bardi olarak adlandırılan birçok böcek larvaları çiftlik balığı üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalarda; 1,3 kg larvanın balıklarda 1 kg canlı ağırlık artışı sağladığı görülmüştür (İrwine 1989).

Özetle; bugün için böcekleri doğrudan biz besin olarak kullanmayı reddetsek bile, protein kaynağı olan böceklerin çiftlik hayvanı yemi olarak kullanılabilecekleri kesindir.

4.2.6.d. İnsan besini olarak böcekler

Birleşmiş milletler gıda ve tarım örgütü (FAO), dünya nüfusunun hızla arttığını ve 2050 yılında 9 milyarı bulabileceğini bildirmektedir. Buna karşın tarım arazilerinin ve okyanus kaynaklarının giderek azalacağını, iklim değişikliği ve su sıkıntısının gıda ihtiyaçlarının karşılanmasında derin sorunlar çıkaracağını öngörmektedir. Dolayısıyla, dünya nüfusunu beslemek için alternatif besin kaynaklarına ihtiyaç olduğunu ve yeni gıda kaynaklarının bulunması gerektiğini raporlarında belirtmektedir.

Bilim insanları, açlıkla mücadele etmek ve beslenmeyi desteklemek için alternatif besin kaynakları arayışına girmişlerdir. Gelecekte yenilebilir besin kaynakları arasında böceklerin, kırmızı ve beyaz ete göre çok daha sürdürülebilir gıda kaynağı olma özelliğinden dolayı insanlar için yeni besin kaynağı olabileceği çeşitli platformlarda tartışılmaya başlanmıştır. İnsan nüfusu 9 milyara doğru yaklaşırken, insanlığı

doymakta büyük bir problem haline geleceğinden birçok uzman gelecekte insanlığın böcek yemekten başka bir çaresinin kalmayacağını düşünmektedir. Böcek yemek ya da böcek beslenmek düşüncesi bile insanda bir iğrenme bir tiksinti uyandırmakta bunun mümkün olamayacağı yahut münferit bir beslenme şekli olabileceği akıllara gelse bile, bu bir vakadır ve esas gıda olarak böcek yemek değişik bir kültürdür.

Bilindiği gibi modern insanların et gıdasını daha ziyade memeli hayvanlar (evcil ve av hayvanları), kuşlar ve balıklar teşkil etmektedir. Fakat bunun yanı sıra çerez mahiyetinde midye, mürekkep balığı gibi değişik yiyecekler de yenilmektedir.

Yiyecek olarak böcek yeme alışkanlığı “entomophage” olarak adlandırılır ve Avrupa ile Kuzey Amerika dışında dünyanın pek çok yerinde yaygındır. Entomofaj’ın, yani böcek yemenin tek yararı besleyici olması değildir. Böcek yemek doğayı da korur. Çok az su harcanır ve sera gazı salınımı az olur. Üstelik yemek için böcek toplamak zararlılarla mücadelenin doğal bir yoludur. Böcek yeme, günümüzde yöresel ölçekte olan bir konudur. Böceklerin gıda olarak kullanılması da henüz ekonomik bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmamıştır. Ancak ABD’de yapılan bir araştırmada; hektar başına düşen Arthropod biyokütlesinin 1000 kg olmasına karşılık, geleneksel besi hayvanı biyokütlesi 100 kg’dan daha az bulunmuştur (Beckerman 1989).

Böcekler; Afrika, Avustralya, Asya ve Amerika’da insanların beslenme tarihinde önemli bir geçmişe sahip olmuş, yüzlerce türü insan yemeği olarak kullanılmıştır. Kimi yerlerde çekirgeleri, tırtılları, kınkanatlı böcek kurtçuklarını ve (bazen) yetişkinlerini, kimi tropik bölgelerde ise, kanatlı beyaz karıncaları, karıncaların larva ve pupalarını, arıları, yabancılarını, ağustosböceklerini ve suda yaşayan böceklerin çeşitli türlerini yiyecek veya çerez olarak tükettikleri bilinmektedir. Genellikle böcekler açlığın etkisini azaltmak için acil durumlarda gıda olarak değil de, yıl boyunca veya mevcut olduğu mevsimlerde, günlük beslenmenin doğal bir parçası olarak görülmüşlerdir.

Avrupa’da böceklerin gıda olarak kullanılmaları her zaman çok sınırlandırılmıştır. Eski Yunan ve Roma Edebiyatında sıkça bahsedilmesine rağmen, eski yüzyıllarda böceklerin

gıda olarak kullanımıyla ilgili çok az bilgi ve belge vardır. Kayıtlardan sadece şiddetli açlık zamanlarında böceklerin yenildiği anlaşılmaktadır. Oysa, Avrupa menülerinde böceklerin olmaması, oldukça yeni bir durumdur. Besin olarak böceklerden tiksiniilmesi, yeni oluşturulan bir gelenektir ve batı medeniyetinin ön yargısıdır. Illiger (1804), Mayıs böceklerinin (*Melolontha* türleri) hazırlanmasına dair tarifler sunmuştur ve geçen yüzyılın (19. yüzyıl) sonuna değin, en iyi Fransız lokantalarında mayıs böceği çorbasını bulmanın mümkün olduğunu yazmıştır. Westerman, mayıs böceklerinin Avrupa'daki bazı dağ halklarınca yendiğini açıklamıştır. Hope (1842), mayıs böcekleri ve *Rhizotrogus pini* (*Melolonthinae*)'nin (çamalarda görülen kızıl sarı veya kızıl renkte küçük mayısböceği), Moldova'da ve Eflak'ta tüketildiğini bildirmiştir (Ratcliffe 2006). Oldukça eğlendirici "Neden Böcek Yemeyelim" kitabında, *Melolontha vulgaris* Fabricius denen mayıs böceğini yemek şöyle şiirleştirilmiştir: "Mayıs böcekleri, sadece yaygın bulunmayıp aynı zamanda en iyi sunulabilen büyüklüğe ve tombulluğa sahiptir. Bu raundun tekdüzeliğini değiştirecek yeni bir başlangıç yemeği keşfetmek isteyen ev sahiplerine ne güzel bir Allah'ın lütfu! Diğer yönlerden böyle büyük adımlar yaratacak olan icat, neden aşçılıkta yerinde saymaktadır? O zaman, burada, misafirlerine yeni ve lezzetli yemekler sunmayı arzulayan hanımlar için sizce, "Körili Mayıs Böceklerinden ya da eğer daha gizemli bir isim istiyorsanız, "Larvae Melolonthae a la Grugru"dan (Sert meyveli Akrokomya Palmiyesi Kurdu usulü Mayıs Böceği Larvaları) daha iyi ne olabilir? Toprak sahibi konuklar, bunun üzerine, masanızda, kısasa kısas yasası gereği, en kötü böcek işkencecilerinden birine, aynı şekilde karşılık verme fırsatının zevkine varmalılar. Çiftçi eliyle götürülmesi gereken diğer yemek, Telkurdu soslu Kızarmış Mayıs Böcekleri'dir. Ancak, küçük 'solucan' (kurt) sözcüğüne itiraz edilebilir. Öyleyse, bunu, menümüze Takla Böceği soslu Kızarmış Mayıs Böceği olarak yazarak, zarif bir şekilde titizliği olan kibar duygularımıza yaltaklanalım".

Larva ve ergin mayıs böceklerinin yenmesi, bugün, halen daha Avrupa'da tek tük süren bir gelenektir. Avrupa ve diğer kıtalar arasındaki farklılığın temel sebebi; böceklerin bol bulunmaması ve genellikle tropikal bölgeye göre böceklerin daha küçük olmalarıdır. Gerçekte, Batı Avrupa kültürü taşıyan insanlar ve bunlardan türeyen toplumlar

böcekleri gıda olarak tüketmemektedirler. Bu tür böceklerin batılı toplumların ağız tadına uygun olacaklarını söylemek henüz mümkün değildir (Ratcliffe 2006).

Böcek yeme aynı zamanda bir kültür ve alışkanlık meselesidir, bu insanların yaşayış tarzları ve modernleşme algısıyla alakalı bir durumdur. Böcek yemeyi geri kalmış ülke davranışı olarak algılamak yanlıştır. Çünkü dünyanın süper güçlerinden biri olan Japonya’da da birçok böcek türü tüketilmektedir. Örneğin; imparator Hirohito’nun kızartılmış yabanarısı (*Vespula lewisi*)’nın larva, pupa ve erginlerinin haşlanmış pirinç, şeker ve soya sosu ile karıştırılmasından elde edilen ve tadı şekerli cevize benzeyen bir yemeği çok severek tükettiği bilinmektedir. Amerika’da da böceklerin tüketimi oldukça yaygındır. Marston Bates; *Atta* cinsine bağlı yaprak kesici karıncaların pişirilip, Kolombiya sinemalarında patlamış mısır gibi satıldığını anlatmaktadır. Zaten Kuzey Amerika da; Kızılderililerin, Avrupalılar gelmeden önce böcek tükettikleri bilinmektedir (Wrlght-Vane 1991).

Günümüz dünyasında yapılan araştırmalar sonucunda yaklaşık 500 adet böcek türünün yenildiği saptanmıştır ki, bunların %40’ını Meksikalılar oluşturmaktadır. Bunların arasında Hemiptera, Homoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera ve Lepidoptera takımına bağlı bireyler yer almaktadır. Spesiyaliteler arasında *Eucheira socialis* Pieridae familyasına bağlı kelebeğin larvaları, *Madrono* böceği, “Escamole” (*Liometopum apiculatum*’un ergin olmayan bireyleri,) ve Corixidae familyasına bağlı bazı böcek yumurtaları (havyar) yer almaktadır.

Güney doğu Asya’da, başta Tayland olmak üzere pek çok böcek türü tüketilmektedir. Özellikle iri su böceği olarak adlandırılan Hemiptera takımına bağlı Belastomatidae familyasından *Lethocerus indicus* büyük bir lezzetle tüketilmektedir. Çok iri olan bu böcek Laos’ta çok değerli besinlerden biri olarak kabul edilmektedir. Tüketimde bu böceğin özellikle erkekleri, seks feromon bezlerinden kaynaklanan aromatik tadından dolayı tercih edilmektedir (Anonim 2015 r).

Yaygın olmamasına rağmen, Tayland halkı, bazı bok böceklerini tüketmektedir. Tayland'da, *Holotrichia* (beyaz larvalı, kök zararlısı mayıs böceği) (Melolonthinae) türlerinin erginleri olduğu kadar, *Copris* ve *Onthophagus* türlerinin erginleri de yenmektedir. Ayrıca, *Anomala antiqua* (Rutelinae) (Parlak yaprak mayıs böcekleri) da yenmektedir (Defoliart 1975). Bristowe (1932), Laos'ta yenilen bok böceklerini gözden geçirmiştir. Işık başına üşüşükleri gece yarısı toplanan, *Adoretus compressus* (domuzlan böceği) ve *A. convexus* (domuzlan böceği) (Rutelinae) rağbet görmüştür. Bunlar, tipik olarak fırında kızartılmış ve sonra, bunların üst kanatları çıkarılmıştır. Bu türler, inek ve Amerika bizonu dışkılarının altında aranmıştır. Bok böceği olmamasına rağmen, larvalarının, çoğunlukla, kompostta veya dışkı dahil diğer çürüyen bitkisel maddeler içerisinde beslendiği görülmüştür. Erginleri, genellikle, fırında kızartılmış ve sert, kitinli kısımları koparıldıktan sonra ya tek başına ya da köri kullanılarak yenmiştir; larvaları ve pupaları ise, hindistan cevizi sütünde bekletilip fırında kızartılmıştır. Bok böcekleri arasında, *Onitis virens* (Scarabaeinae), sığır dışkısında yaygın bulunmuş ve fırında kızartılıp tuzla yenmiştir. *Heliocopris*'in (Scarabaeinae) büyük siyah türleri, fırında kızartılıp ezilmiş ve üzerlerine köri eklenmiştir. Burma'nın Şan (Shan) bölgesinde, *Heliocopris bucephalus*'un pupaları, lezzetli bulunmuş ve hatta ihraç edilmiştir. Mart'tan mayıs sonuna kadar, bunlar, toprak yüzeyinin 30,5-61 cm derinliğine dışkı kuluçka topaklarında bulundukları için aranmışlardır. Ayrıca, sığır dışkılarında bulunan diğer çeşitli kurtçuklar, *Oryctes rhinoceros* ve *Xylotrupes gideon* (Dynastinae) (gergedan böcekleri) larvaları dahil, yağmurlu mevsimde toplanıp yenmiştir. Vietnam'da, Bodenheimer'a göre, mayıs böceğinin erginleri, Nisan'da toplanıp, öldürülmekte ve önce dış kanatları (elitra), kanatları (iç), antenleri, bacakları ve bağırsakları çıkarıldıktan sonra, tatlı ve ekşi "Nuoc mam" balık pişirme sosunda, bir gece bekletilmektedir. Melolonthinae'nin 4 farklı türü (*Lepidiota stigma*) (şekerkamışı kurtçuğu), *Lepidiota* türleri ve iki *Leucopholis* (kök kurtçuğu) türü], Malezya'da ve Tayland'da yenilmektedir. Dört türün hepsinin larvaları ve erginleri, yerel pazarlarda satılmaktadır. Larvanın geleneksel tasviri, çoğunlukla, pirinç karıştırıcılarına ve diğer evde kullanılan eşyalara oyulmuştur. Bu bok böcekleri, fırında kızartılarak ya da hindistan cevizi yağında kızartılarak hazırlanmaktadır (Ratcliffe 2006).

Tayvan’da cırcır böcekleri bolca tüketilmektedir. Papau Yeni Gine de muzlar toplanırken yapraklarındaki kurtlarda toplanmaktadır. Bu böcekler kurutularak saklanmakta ve sonrasında tüketilmektedir. Koreliler çekirgeleri ve ipek üretiminden arta kalan ipek böceği larvalarını yemektedirler (Anonim 2015 r).

Japonya’da, birçok böceğin yiyecek olarak tüketilmesinin yanı sıra, marketlerde konserve ve çerez olarak da satılmaktadır. “Tsukidani” adı verilen ve içkinin yanında meze olarak alınan çerezler, çeltiklerde zararlı olan bir çekirge (*Oxya yezoensis*) türünden yapılmaktadır. Tsukidani, çekirgenin kanat ve bacaklarının ayrılmasından sonra soya sosu ve şeker içerisinde pişirilmesi ile elde edilmektedir. Başka bir çekirge türü olan *Vespa japonica*’dan da, konserveler yapılmaktadır (Kantha 1988).

Afrika’da değişik çekirge türleri, termitler ve iri kelebek tırtılları (özellikle Saturniidae familyasının bazı bireyleri, örneğin Mopani kurdu olarak adlandırılan *Gonimbrasia belina* büyük ölçüde yenilmektedir. Orta Afrika Cumhuriyeti’nde “Bobo” diye adlandırılan termitler, yağmurlu havalardan sonra termit tepeliklerine veya sokak lambalarının etrafına sürüler halinde üşüştüğünde, çocuklar tarafından sepetlere doldurulmakta, güneşte kurutulduktan sonra tuzlanıp fırına verilerek veya acı biberle çeşnilendirilerek yenilmektedir ya da sulu yemeklere veya mantı gibi hamur işlerine konulmaktadır. Orta Afrikalılar, Kindagozo (yeşil çekirge) denilen çekirgeyi bacak ve kanatlarını ayıkladıktan sonra ateşte, fırında ya da haşlayarak pişirmektedirler. Suriye, Arabistan ve Mısır’da sürüler halinde çekirgeleri toplayıp, kavurduktan sonra toz haline getirirler ve unla karıştırarak lezetli bir ekmek yaparlar (Fischer 1995).

Tessman (1913), Kamerun’da büyük sentaur böceği (*Augosoma centaurus*) larvası hakkında yeterli bilgisi olmayan, Pangwe erkeklerine yasaklanmış olduğunu kaydetmiştir. *Popillia femoralis* (Rutelinae) erginlerinin ise, Kamerun’un Dschang bölgesinde, sepetler içerisinde, gıda olarak satıldığını kaydetmiştir. Ghesquiere (1947), ise tropik Afrika’daki neredeyse tüm yerel marketlerde, canlı ya da yağda kızarmış olarak, *Platygenia* türlerinin (Cetoniinae) (Altın böcekleri) satıldığını ve ayrıca, *A. centaurus*’un (sentaur böceği) larvasının tüketildiğini gözlemlemiştir.

Oryctes boas, *O. owariensis* ve *O. monoceras* (Dynastinae) (Gergedan Böcekleri)'in larvaları ve bazen erginleri, Güney Afrika'da yenmektedir. Bazı *Goliathus* (Golyat böceği) türlerinin larvaları, Kongo'da, nefis yiyecek olarak kabul edilmektedir. Mısırlı bedeviler, *Scarabaeus sacer* (Kutsal Bok Böceği) erginlerini, fırında kızartıp, tuzla yemektirler; oysa, Hope and Bodenheimer (1951) göre, Kuzey Afrika'daki bazı kadınların, uygun derecede tombulluğa (bölgedeki bir çekicilik özelliği) ulaşabilme düşüncesiyle, ergin bok böceklerini yediklerini rapor etmişler.

Yeni Gine kabilelerinin en fazla tercih ettiği böcek, ağustos böceğidir ve bu böceğin yüksek fiyatlarla satılan değişik türleri vardır. Yeni Gine'de, Miklucho-Maclay (1875), tüm böceklerin, özellikle büyük böceklerin, Papualılar tarafından çiğ ya da pişmiş olarak yendiğini açıklamıştır. Yeni Gine'nin büyük kınkanatlılarının çoğu, bok böcekleri veya uzun boynuzlu kın kanatlılardır. Yeni Gine'nin Orta Dağları'nda yaşayan Çimbu halkının parçası olan Chuave (Chuave) halkı, büyük şevkle, bok böceklerinin odun delen ve kökle beslenen larvaları dahil, tüm hayvanları, gıda için arayıp bulmuşlardır. Bosavi Dağı'nın kuzeyinde yaşayan Onabasulu halkı, *Oryctes centaurus* (Gergedan Böceği) larvalarını olduğu kadar, gergedan böceklerini de yemektirler (Ratcliffe 2006).

Avustralya yerlileri ise witchetty olarak adlandırılan böcekleri ve fırınlanmış *Agrotis infusa* (Bogong) larvalarını yemektirler (İrwine, 1989). Hope (1842), *Anoplognathus viridaeneus*'un (Noel böceği) (Rutelinae), Kuzey Avustralya'daki aborjinler tarafından yendiğini rapor etmiştir. Güney Amerika'daki pek çok Kızılderili kabilesi, beslenmelerinde sürekli olarak Palmiye kurtlarının larvaları (Curculionidae), uzun boynuzlu kınkanatlılar (Cerambycidae) ve şeker kınkanatlıları (Passalidae) bireylerini kullanmaktadırlar. Kızılderililer, genellikle *Strategus* (öküz böcekleri) türlerinin larvalarını, *Xyloryctes* (Gergedan Böceği) türlerinin larvalarını ve *Phyllophaga* (haziran böceği) (Melolonthinae) türlerinin larvalarını yemektirler (Ratcliffe 2006).

Afrika'da böceklerin geniş ölçüde ticareti yapılmakta, çeşitli işletmeler, konserve böcekler ve böcek yemekleri üretmektedirler. Son zamanlarda kısmen daha iyi gıdaların ulaşılabilirliğindeki artışla çoğu tropik bölgelerde böceklerin gıda olarak kullanılmaları

bir hayli azalmıştır. Buna karşılık, ABD ve Avrupa'da böcek menülerinin merak edilmesinden dolayı böcek tüketimi gittikçe artmaktadır.

1. Yenilebilir böceklerin besin değerleri

Böcekler bol miktarda protein içermektedir. Bazı böcekler yağsız sığır etinden daha az yağ içerirken bazıları bol miktarda yağ içermektedir. Her ne kadar böceklerin aminoasit bileşimi uygun değilse de (metionin, sistein ve triptofan yetersizdir) bunun yetersizliği mısır gluteni gibi bazı bitkisel proteinlerin eklenmesi ile giderilebilir.

Böcekler, kalsiyum, fosfat, demir ve diğer bazı mineralleri ve vitaminleri (özellikle riboflavin) içermektedir. Böceklerin vücudundaki bazı proteinler, sindirilemeyen yapıdaki kitine bağlı durumda olduğu için insanlar tarafından kullanılamamaktadır. Bunun dışında kalan kısımlar doğrudan yararlanılabilir özelliktedir. Yapılan bir araştırmada; ipekböceği larvalarının %55 oranında ham protein, triptofan dışındaki tüm aminoasitleri ve toplam %1 oranında sakkaroz, fruktoz ve glukoz içerdiği ortaya çıkmıştır. İpekböceği krizalitlerinden elde edilen toz sütün asit ve pH'sını etkilememektedir ki bu olgu, ileride ipekböceklerinden elde edilecek tozun bazı içeceklerde katkı maddesi olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir (Dufour 1987).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'ne göre; kurutulmuş tırtılda sığır etinin iki katından fazla protein bulunmaktadır. Gıda uzmanları da böceklerin gelişmekte olan ülkeler için iyi bir besin kaynağı olabileceği görüşündedirler. Yine, bu uzmanlara göre; türüne bağlı olarak yalnızca 100 gram tırtıl yemek bile insanın günlük mineral ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamaktadır. Çünkü tırtıl; çinko, demir, kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi önemli mineraller ve birçok vitaminler içermektedir. Öğütülmüş tırtıldan yapılan un da yetersiz beslenen çocukların mamasına besin desteği olarak eklenilebilmektedir (Anonim 2014s).

Böcekler, büyük bir protein, yağ ve diğer besin öğeleri kaynağı olmasına rağmen, tüketilmesi durumunda; bitkisel protein, vitamin, mineral ve karbonhidratlarla

dengelenmelidir. Böcek proteini, günümüzde tükettiğimiz et proteinlerine iyi bir alternatif oluşturabilir. Aşağıda Çizelge 4.7.'de bazı böcek gruplarına ait protein miktarlarının diğer etlerle mukayeseli % protein oranları gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Protein miktarı bakımından bazı gruplar (Anonim 2014s)

Canlı Grubu	YÜZDE
Çekirge	%50-75
Tırtıl	%40-45
Karınca	%24
Tavuk	%23
Balık	%21
Sığır eti	%20
Kuzu eti	%17

Protein miktarları göz önüne alındığında tüketmediğimiz çekirgedeki protein oranının sıklıkla tükettiğimiz tavuk etine oranla yaklaşık 3 kat daha fazla olduğu görülmektedir.

2. Yenilebilir böceklerin özellikleri

Doğada yüzbinlerce tür böcek vardır ve bunların ancak birkaç yüz tanesi insanlar tarafından yenilmektedir. Bu durum muhtemelen böceklerin boyutlarının küçük olmasından ve tüketim için gerekli olan miktarda bulunmamasından ileri gelmektedir. Bunların yanı sıra, her böcek de yenilmemektedir. Böcek ilacı ve gübre atılmamış yerlerden toplanan, uygun şekilde hazırlanmış birçok böcek güvenle yenilebilir. Böceklerin sağlıklı bir şekilde tüketilebilmesi için bazı temel kurallar vardır. Bunlar;

- 1-Böcekler canlı ve sağlıklı olarak yakalanmalı ve derhal işlenmelidir; çünkü ölü böcekler süratle bozulmaktadırlar. Eğer, kurutulmuş halde muhafaza edilecekse toksik kütlelerin gelişiminin önlenmesi için depo içerisinde ıslanmamasına dikkat edilmelidir.
- 2-Karasinekler ve hamamböcekleri gibi böcekler çoğunlukla bakteri taşırlar; bu nedenle en iyisi bunların yenmemesidir. Ancak bazı savaş tutsaklarının yalnızca hamamböceği yiyerek hayatta kaldıkları bilinmektedir.
- 3-Bütün böcekler muhtemelen parazit (protozoa, nematod) taşımaktadırlar; bu nedenle iyi bir pişirme her zaman tercih edilmelidir.
- 4-Tüylü böcekler boğazı tahriş edici; parlak renkli böcekler ise muhtemelen zehirlidir.
- 5-Bitkilerle beslenen böceklerden yeşil ve kahverengi olanlarla, bunların değişik renkli larvaları genellikle tüketime uygundur.

3. Yenilebilir böceklerin sınıflandırılması

ORTHOPTERA (Çekirgeler, Cırcır Böcekleri)

Çekirgeler, cırcırböcekleri ve bunların akrabaları insanların beslenme tarihinde önemli rol oynamışlardır. Kanatlarını ve bacaklarını ayıkladıktan sonra kızartmak ve sote etmek sıkça kullanılan pişirme yöntemidir. Soğan, sarımsak, arnavutbiberi, kırmızıbiber veya soya sosu gibi çeşniler eklenilerek de tüketilmektedir. İnago olarak bilinen şekerle kaplanmış çekirgeler Japonya'da sevilen bir kokteyl çerezidir. *Chapulines* (Şekil 4.37) ise, güney Meksika'da oldukça fazla tüketilen bir çekirge yiyeceğidir. Genelde yanında sarımsak, limon suyu, tuz veya kurutulmuş acı biberle birlikte, kavrularak ve baharatlanarak servis edilmektedir. Araştırmacılara göre Meksika'da bu çekirgeleri toplamak, yonca tarlalarını ilaçlamaktan daha fazla ilgi görmektedir. Çünkü; bu işlem zirai ilacın muhtemel tehlikelerini ortadan kaldırmanın yanı sıra, insanlara bir besin ve gelir kaynağı olmaktadır (Anonim 2013f).



Şekil 4.37. *Chapulines* (Anonim 2009d)

HEMIPTERA

Heteroptera (Yarım Kanatlılar)

Genellikle, suda yaşayan yarım kanatlılar gıda maddesi olarak değerlendirilmektedirler. Ünlü “Meksika Havyarı” (ahuahutle), suda yaşayan çeşitli Hemiptera türlerinin yumurtalarından yapılmaktadır. Bunlar yüzyıllardır Meksika’da “su tarımının” temelini oluşturmaktadır. Asya’da bir tür olan dev suböceği (Şekil 4.38) şimdilerde Tayland’dan dünyanın her yerindeki Asyalı gıda dükkanlarına ihraç edilmektedir. Kırmızı biberle öğütülerek, pilavın yanında ezme olarak yenmektedir (Anonim 2009d).



Şekil 4.38. *Lethocerus indicus* (Taylandlı Dev Su Böceği) (Anonim 2009d)

Homoptera (Homojen Kanatlılar)

Bu takımdan sadece Ağustos böcekleri (*Tibicen linnei*)’nden insan yiyeceği olarak faydalanılmaktadır. Başta Asya kıtası olmak üzere pek çok ülkede düzenli bir şekilde kızartılarak (Şekil 4.39) tüketilmektedir. Bazıları çok iridir, hatta Malezya’da bulunan bir ağustosböceği yaklaşık 18 cm kanat genişliğine sahiptir. Daha çok Çin ve Amerika’nın bazı bölgelerinde tüketilen bu böceklerin hafif nemli patates gibi bir tada sahip olduğu söylenmektedir. Suda haşlanarak da tüketilebildiği bilinmektedir (Anonim 2009d).



Şekil 4.39. Haşlanmış ağustos böcekleri (Anonim 2009d)

COLEOPTERA (Kıncanatlılar)

Bu takıma giren pek çok türün yetişkinleri, larva ve pupaları gıda olarak tüketilmektedir. Böceklerin, sert kısımları (kanatlar, bacaklar, baş) ayıklanarak pişirilip servis edilmektedir. Endonezya'nın ünlü yemeklerinden olan kızartılmış Yusufcukların (Şekil 4.40) tadının yengece benzediği söylenmektedir (Anonim 2009d).



Şekil 4.40. *Sympetrum flaveolum* (Yusufcuk) (Anonim 2009d)

Süne'den yapılmış yemekler (Şekil 4.41), Meksika'da rahatlıkla masanıza gelebilmektedir. Hafif tarçını andıran bir tada sahip olduğu söylenmektedir.



Şekil 4.41. Süne (*Eurygaster integriceps*) (Anonim 2009d)

Kavrulmuş Buğdaybiti (Şekil 4.42), Nijerya, Papua Yeni Gine ve Malezya'da zevkle tüketilmektedir. Çiğ yenildiğinde hindistan cevizine, kavrulmuş şekilde yenildiğinde ise et tadına benzeyen bir tada sahip olduğu söylenmektedir.



Şekil 4.42. Kavrulmuş buğdaybiti (*Sitophilos granarius*) (Anonim 2009d)

Palmiye ağaçlarının gövdelerinden Afrikalı kabilelerin topladıkları palmiye böcekleri (*Rhynchophorus ferrugineus*), yağ dolu olduklarından kolaylıkla tavada kızartılabilmektedir (Şekil 4.43). Fakat çiğ olarak da tüketilmesi mümkündür. Bu böcekler; potasyum, çinko ve fosfor açısından oldukça zengin olmalarının yanı sıra aynı zamanda aminoasit ve sağlıklı tekli-çoklu doymamış yağ asitlerini de barındırmaktadırlar (Anonim 2013f).



Şekil 4.43. Palmiye böcekleri (Anonim 2013f)

Unkurdu larvası (Şekil 4.44), belki de batıda tüketilen tek böcek türüdür. Bu böceklerin Hollanda'da insan tüketimi için yetiştirilmesinin yanı sıra, hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır. Unkurdu'nun kurutulması ve öğütülmesi ile elde edilen un, çikolatalı kurabiye yapımında kullanılmaktadır. Bu böcekler ayrıca bakır, potasyum, sodyum, demir, çinko ve selenyum bakımından da oldukça zengindirler.



Şekil 4.44. Unkurdu larvası (*Tenebrio molitor*) (Anonim 2009d)

LEPIDOPTERA (Kelebekler ve Güveler)

Kelebek ve güvelerin kendileri ile bunlara ait pekçok türün larvaları, protein, yağ, vitamin ve mineral açısından zengin olduğu için özellikle Afrika’da gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Sadece Kongo’da 30 dan fazla türleri yetiştirilmektedir. Bazı tırtıllar sadece bölgesel köy pazarlarında satılmalarının yanı sıra diğer ülkelere de ihraç edilmektedir. Tırtıllardan Güney Afrika’da konserve de yapılmaktadır. Kırsal tarım bölgelerinde, pazarda satılmadan önce genellikle güneşte kurutulmaktadırlar. Yetişkin güveler ve kelebeklerin kanatları ve vücutları yassı pullar ve kıllarla kaplı olduğu için yenilmemektedir. Tırtıllar tüylerini döktükleri dönemlerde ağacın yapraklarından inerken toplanılmaktadırlar. Kızartma veya kaynatma işleminden sonra yenilmekte veya daha sonra kullanılmak üzere güneşte kurutulmaktadırlar (Anonim 2009d).

İmparator güvesi olarak bilinen Mopane tırtılları Afrika’nın güney bölgelerinde oldukça yaygındır. Bölgede Mopane tırtıllarının toplanması birkaç milyon dolarlık bir endüstridir. Genelde bu işte kadın ve çocuklar çalışmaktadır. Tırtıllar en başta geleneksel olarak tuzlu suda kaynatılır daha sonra güneşte kurutulur ve birkaç ay

boyunca dondurulmadan o şekilde bırakılır. Böylece zor dönemler için iyi bir besin kaynağı haline gelirler (Şekil 4.45). 100 gram sığır etinde yaklaşık 6 mg demir varken, aynı oranda Mopane tırtılında ise 31 mg demir bulunmaktadır. Bu tırtıllar aynı zamanda potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, çinko, manganez ve bakır açısından da oldukça zengindir (Anonim 2013f).



Şekil 4.45. *Mopane* tırtılı (Anonim 2013f)

Witchetty, Avusturalya aborjinleri için temel besinlerden bir tanesidir. Bu kurtçuklar çiğ olarak yendiklerinde tatlı bademe, kömürde pişirildiklerinde ise tatlı fırında pişirilmiş tavuğa benzediği söylenmektedir (Şekil 4.46). Bu kurtçuklarda ayrıca oleik asit, omega 9 bulunmaktadır. İnsanlar güve larvalarının hepsine Witchetty kurtçukları deseler de bazılarına göre Witchetty kurtçuğu olanlar sadece *Cossid* güveleridir. Ağaç köklerinden beslenen bu kurtçuklar yer altından toplanmaktadır (Anonim 2013f).



Şekil 4.46. Witchetty kurtçukları (Anonim 2013f)

Kızartılmış ipek böcekleri, Çin, Vietnam ve Kore'de tüketilmektedir. Karidese benzer bir tadının olduğu söylenmektedir. Suda haşlanarak yenilmektedir (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. Kızartılmış ipek böcekleri (Anonim 2009d)

HYMENOPTERA (Zarfanatlılar)

Genellikle erginlerin yanında larva ve pupalar da yenilmektedir. Yabancısı larvalarının

(Şekil 4.48) tatlı ve çıtır çıtır bir tada sahip olduğu söylenmektedir. Soya sosu ve şekerle birlikte tüketilmesi önerilmektedir. Konserve yapılan yabanarısı, kanatları ve bütünüyle Japonya'da satılmaktadır. Hatta yabanarısıyla pişirilmiş pilav eski İmparator Hirohito'nun en sevdiği yemeklerden olmuştur. Bazı kültürlerde, arı yuvaları baldan çok arı kurtçukları için toplanılmıştır (Anonim 2013f).



Şekil 4.48. Yaban arısı larvası (Anonim 2009d)

Karıncaların larva ve pupaları da yenilmekte fakat, süreklilik arz etmemektedir. Güney Amerika'da bazı yerlerde sinema ve tiyatrolarda patlamış mısır yerine kızarmış yaprak kesici karınca karnı satılmaktadır. Meksika'da **escamole** olarak bilinen bazı karınca pupası çeşitleri (Şekil 4.49) en güzel restoranlarda, tereyağı veya soğan ve sarımsak ile birlikte kızartılıp servis edilmektedir. Karıncaların yumurtaları Meksika'da güzel bir taco sosu olarak kullanılmaktadır. Fındık ezmesi gibi bir tada sahip olduğu söylenmektedir (Anonim 2013f).



Şekil 4.49. Taco sosu (Anonim 2009d)

Karınca soslu salata (Şekil 4.50), Tayland'da tüketilmektedir. Limona benzeyen bir tada sahip olduğu söylenmektedir. Salatalarda kullanılmaktadır. Bazı yerlerde ise, Böcekler çikolatayla kaplanmış veya şekerlemeler halinde sunulmaktadır (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. Karınca soslu salata ve çikolata kaplı karınca şekerlemeleri (Anonim 2009d)

ISOPTERA (Termitler)

Termitler, Afrika'da geniş ölçüde gıda olarak tüketilmektedirler. Işıktan yüksek derecede etkilenmelerinden dolayı, bu durumları onları gıda olarak kullanmak için yakalamanın bir yolu olarak bilinmektedir. Genelde kanatları ve bacakları koparılıp kızartılarak tüketilmektedir. Kraliçe termitler özel bir ikram olarak sayıldığından çoğu

kez bunları toplayan çocuklar tarafından büyükbaba ve büyükanne için ayrılırlar. Güney Amerika ve Afrika’da insanlar termitleri kızartarak, güneşte kurutarak ya da buharda pişirerek tüketmektedirler. Kızartılmış termitler (Şekil 4.51), Batı Afrika, Avustralya ve Güney Amerika'nın bir kısmında tüketilmektedir. Havuca benzeyen bir tada sahip olduğu söylenmektedir. Termitler genelde %38 oranında protein içermektedirler. Ancak *Syntermes aculeosus* gibi Venezuela’da bulunan türler ise % 64’e kadar protein içerebilirler. Ayrıca, demir, kalsiyum, esansiyel yağ asitleri bakımından da zengindirler.



Şekil 4.51. Kızartılmış termitler (Anonim 2009d)

***DIPTERA* (Sinekler)**

Sivrisinek larvaları (Şekil 4.52), Meksika'daki çoğu markette kolaylıkla bulunabilmektedir. Larvalar, su kenarlarındaki sazlıklardan toplanmaktadır. Kurutulan ya da fırınlanan yumurtaların üzerine limon sıkılarak tüketilmektedir (Anonim 2014s).



Şekil 4.52. Sivrisinek larvaları (*Culicidae*) (Anonim 2009d)

Böcekler yakın zamanda raflarda yerini alacağı benziyor. Araştırmalara göre günümüzde tüketilen aşırı yağlı yiyeceklerin yerine kurutulmuş böceklerin, kısa bir zaman sonra marketlerde satılacağı söylenmektedir. Bu konuda Uluslararası Tarım Organizasyonu çalışmalar yapmaktadır. Uzmanlar böcek türleri üzerinde yaptığı araştırmalarda özellikle Avrupa olmak üzere batı dünyasında 1700 böcek türünün tüketilebileceğini açıklamışlardır. Belli besinlerin içine konan böcekler insanlarda böcek yeme hissini yaratmadığı taktirde bu alışkanlığın kazanılabilme ihtimalinin olduğu söylenmektedir. Sonuç olarak; böcekler hem insanlar için hem de evcil hayvanlarımız için besin kaynağı olabilir. Ek olarak daha fazla araştırma yapılabilir ve daha kesin bilgiler elde edilebilir. Hangi takıma ait hangi böceğin yenilebilir olduğunu anlayabilmemiz için, bütün bilgilerimizin bir yerde toplanması gerekmektedir. Besin olarak kullanılan ve kullanılabilecek böceklerin besin değerleri, ortaya çıktıkları mevsim, konukçu bitkileri ve diğer besinsel değerleri ile toplama ve yetiştirme teknikleri ile ilgili bilgiler düzenlenmelidir. Böceklerin muazzam çeşitliliği göz önüne alındığında, böcek restoranları için olanaklar oldukça fazladır (Sert 2003).

4.2.7. Bal ve bal ürünleri üretiminde böcekler

Genel olarak “arı” denildiği zaman hemen akla Bal arısı (*Apis mellifera* L.) gelmektedir. Toplu olarak yaşamaları, aralarında iş bölümü yapmaları ve kovanlarında sadece bir kraliçe arıya bağlı olmaları nedeniyle, sosyal böceklerin başında gelen bal makinaları, davranışlarıyla olduğu kadar, ürünleriyle de insanların dikkatini çekmiştir. Bu ilginin sonunda balarıları, hem insanların ihtiyaçlarını temin etmiş, hem de kendi haklarında fakülteler ve bölümler açtıracak kadar gelişmiş bir bilim dalının konusu olmuştur.

Bilimsel olarak; Balarıları, Hymenoptera takımının Apoidea üst familyasının *Apiformes* gurubunu oluşturan böceklerdir (Brothers 1975). Bunlar, Apoidea’nın diğer bir grubu olan *Sphesiformes*’ten vücut kıllarının dallı ve tüy şeklinde oluşu ve arka tarsusun ilk parçası’nın genişlemiş ve onu izleyen diğer parçalardan daha geniş olması ile ayırt edilirler. Bunlara ilave olarak, *Apiformes* grubunda hortum diğer gruba göre daha uzun olmaktadır (Michener 2007). Beslenme yönünden bakıldığında her iki grupta da erginlerin gidasını genelde nektar oluşturmakta ise de *Apiformes*’de larvalar polen ve nektarla beslenmektedirler. *Apis* cinsi, Palearctic bölgede Norveç’in güneyi, Rusya’nın Pasifik kıyıları, Asya ve Afrika’nın tamamında yayılma göstermekte iken günümüzde; *A. mellifera* (Şekil 4.53)’nin insanların müdahalesi ile dünya çapında bir yayılma alanına sahip olduğu görülmektedir (Özbek 2010). *Apis* cinsi, üç grup halindeki 11 türden oluşmaktadır (Otis 1997). Bunlar;

Küçük türler: *Apis florea* ve *A. andreniformis*

Orta boydaki türler: *Apis mellifera*, *A. cerana*, *A. koschevnikovi*, *A. nigrocincta* ve *A. nuluensis*

İri türler: *Apis dorsata*, *A. laboriosa*, *A. binghami* ve *A. breviligula*

Balarıları, kovanda yaşamın devamlılığını sağlamak için hep birlikte çalışırlar. Bir kovanda işçi arılar, ana arı ve erkek arılar bulunur. İşçi arılar kovandaki bütün işleri

üstlenmişlerdir ve büyüdükleri hücreden çıktıkları andan itibaren gelişimleri ile orantılı olarak kovan içindeki görevleri de değişir. Yani, işçi arılar yaşamları boyunca kovan içindeki her türlü işle ilgilenmiş olurlar. Kraliçe ve işçi arıların iğnesi olduğu halde bal yapmayan erkek arılar iğnesizdir. Kraliçe arı larva halinden itibaren işçi arıların tükürük bezlerince salgılanan arısütüyle beslenerek ana arı haline gelir (İnci 1999).



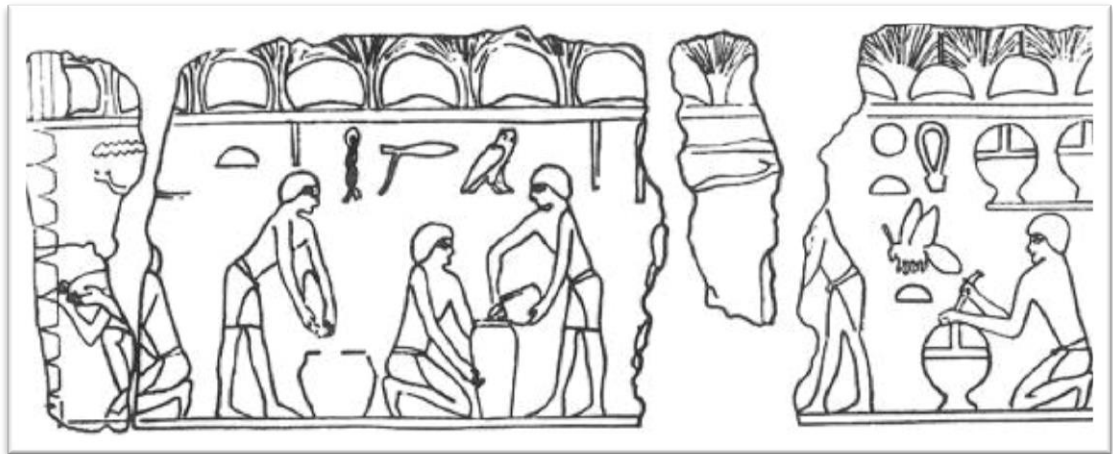
Şekil 4.53. *Apis mellifera* (Anonim 2015a)

Balarılar, ürettikleri bal ve diğer ürünleri ile çok önemli bir ekonomik değer oluşturmaktadırlar. Çok yıllık kolonilere sahip olan bu doğa dostu, insan dostu canlıların yaptığı ürünler, insanlar için mükemmel bir gıda olduğu kadar, değişik hastalıklardan kurtulmaya bir şifa vesilesi de olmaktadır (İnci 1999).

Arıcılık; bitkisel kaynakları, arıyı ve emeği birlikte kullanarak, insanın varoluşundan bu yana beslenme ve sağlığı koruma amacıyla kullanmaktan vazgeçemediği bal, polen, arı sütü, propolis, arı zehiri gibi ürünler ile günümüzde arıcılığın önemli gelir unsurlarından olan ana arı, oğul, paket arı gibi canlı materyal üretme faaliyetidir. Arıcılık yapılan ülkelerde, her bir ürün çeşidine bağlı olarak üretim, işleme, pazarlama ve kullanım

aşamalarını içine alan milli endüstriler ve sektörler oluşmuştur. Arıların tozlaşmadaki etkin rolü de düşünülürse arıcılığın tarım sektörü içerisinde asla küçümsenmemesi gerçeği ortaya çıkmaktadır. Arıcılık diğer tarım kollarıyla birlikte binlerce yıldır entegre olmuş bir şekilde süregelmektedir (İnci 1999).

Arıcılığa ait ilk bulgular 16,000 yıl öncesine dayanmaktadır. İnsanoğlu yiyecek ihtiyacını doğadan toplayarak karşıladığı dönemde, balarısının doğal yuvalarından bal almayı da öğrenmiştir. İspanya'nın Bicorp Valencia kasabasında bulunan MÖ 7000 yıllarında yapıldığı tahmin edilen mağara resimlerinde arılarla çevrili bir kadın bal alırken görülmektedir (Şekil 4.54).



Şekil 4.54. Mağaradaki bal alan kadın resmi (Anonim 2015 s)

Mısırlıların, 5000 yıl önce, çamurdan arı kovani yaparak, bal elde etmeye çalıştıkları kayıtlardan anlaşılmaktadır. İlk gezgin arıcılığın MÖ 3000 yıllarında eski Mısır'da başladığı yapılan kazılardan öngörülmektedir. Arıcıların, arılarını Nil Nehri üzerinde sallarla aşağı ve yukarı mısır arasında taşıyarak bal üretimlerini artırdıkları anlaşılmaktadır. Ayrıca, Mısırlıların ayinlerinde balın yer aldığı ve kral hanedanlarından birisinin arıyı simge olarak kullandığı bilinmektedir (Ödleş 1995).

Hindistan'da MÖ 3000-2000 yılları arasında arı ve bala ait bilgiler (kayalara çizilmiş bal toplayan insan resimleri) bulunmuştur. 3000 yıl önce Sümerler balı ilaç olarak

kullanmışlardır. Babil’ler balı hem gıda hem de ilaç olarak kullanmışlardır. MÖ 384-322 yılları arasında yaşayan Aristo, yazmış olduğu “Hayvanlar Tarihi” adlı eserinde (5 ve 9. kitap) kovan içerisinde ana arı, erkek arı ve işçi arı olarak 3 tip arının olduğunu, arıların çiçek tozu topladıklarını, işçi arıların su taşıdıklarını ve işçi arılar arasında iş bölümü bulunduğunu ifade etmiştir. Yunanlılar saplardan örülmüş kovan, sepet kovan ve tahta kovan kullanmışlardır. Romalılar arılar hakkında çok yazı yazmışlardır. Milattan önce Cato, miladi yıl başlangıcında Columella, Virgil ve 4. Georgies arı hakkında bilgiler vermişlerdir. Columella arılıktan 2.5 ton bal alınabileceğini, kovanların arılığa nasıl yerleştirileceğini, kovanların nasıl yapılması gerektiğini ve arıcılıkta kullanılan alet ve malzemelerin esaslarını yazmıştır. Boğazköy kazıları, MÖ 1300 yıllarında Hititler devrinde arıcılığın önemli bir zirai faaliyet olduğunu göstermiştir. Fatih Sultan Mehmet, Kanuni Sultan Süleyman ve Yavuz Sultan Selim devirlerinde çıkarılan kanunnamelerde arıcılığa ait hükümler bulunmaktadır. Türkler, balı asırlardır şifalı besin olarak kabul etmiş ve hastalara bal yedirmişlerdir. Kaşgarlı Mahmut’a göre, Türkler önceleri bala “arı yağı”, Uygurlar ise, “mir” diyorlardı. Sonraları özellikle, Oğuzlar, Kıpçaklar ve Suvarlar bal demeye başladılar (Ödleş 1995).

Arıcılık insanlık tarihinden beri kutsal sayılan bir meslektir. Arı ve ürünlerine bütün dinlerde itibar gösterilmiş, bu işle uğraşanlara çeşitli toplumlarda din adamlarına benzer ayrıcalıklar tanınmıştır. Eski Mısır Medeniyetinden günümüze kalan birçok yazıtta, arıcılığın ne denli önemli bir uğraş olduğunu ortaya koyan resimler bulunmaktadır.

İnsanların ağaç kovuklarındaki arı kolonilerini imha etmeden, içerisindeki balın bir kısmını alıp, arıların ihtiyacı olan balı bırakmalarıyla birlikte, gerçek anlamda arıcılık faaliyeti başlamıştır. Zamanla doğal ağaç kovuklarındaki arıların ürettiği balların miktarı yetersiz gelmeye başlayınca, oyulmuş ağaç kütüklerinden yapay arı yuvaları oluşturulmaya başlanmıştır. Tarihi süreç içinde insanlar yaşadıkları coğrafyanın kendilerine sundukları imkanlardan yararlanarak çeşitli tipte arı kovanları yapmaya başlamışlardır. Ortadoğu'nun sıcak ve ormansız bölgelerinde büyük çömlekler arı kovanı olarak kullanılmış, Diğer bölgelerde ise, saman, hasır, kamış ya da ağaçtan yapılan çok değişik tipte ilkel arı kovanları yapılmıştır (Anonim 2015 s).

Şekil 4.55’de, 14. yüzyılda Bağdatlı tıp bilgini İbn-i Butlan'ın “Takvim es-sıhha” isimli Şifalı Bitkiler kitabında bulunan arıcılık resimleri görülmektedir.



Şekil 4.55. İbni BUTLAN’a ait arı resimleri (Anonim 2015 s)

16. yüzyıla kadar arıcılık bilgisinde büyük gelişmeler olmamış, arıcılık nesilden nesile aktarılan geleneksel bir uğraş olarak sürmüştür. 16. yüzyılda bilim ve teknolojiye gelişmelerle birlikte, arıcılık bilgisinde de önemli gelişmeler yaşanmaya başlanmıştır. Bu dönemde arıcıların temel amacı, arılara zarar vermeden bal hasat etme yöntemlerini bulmaya çalışmak olmuştur. Bunun için birçok denemeler yapılmış ekipmanlar geliştirilmeye çalışılmıştır. Kışa güçlü girmeleri için kolonileri birleştirmek, kolonileri verim artışı için yönlendirmeye çalışmak gibi uygulamalar yapılmıştır. 1609 yılında İngiliz Charles Butter ana arının dişi olduğunu bulmuş, “bey arı” olarak değil “kraliçe arı” olarak isimlendirilmesi gerektiğini belirtmiş ve balmumunun arının vücudunda pulcuklar halinde meydana geldiğini bildirmiştir. Modern kovanın babası sayılan Langstroth ve ticari arıcılığı ortaya atan Moses Guinby, arıcılık malzemeleri fabrikası

kuran A. Root ve Charles Dadant arıcılığa önemli hizmetlerde bulunan önemli kişilerdir (Anonim 2015 s).

Anadolu, dünyada arıcılığın en eski ve en yaygın yapıldığı merkezlerden birisidir. Türkiye'nin coğrafik konumu, zengin florası, farklı vejetasyon tipleri ve iklimsel özellikleri arıcılığın gelişerek sürdürülmesini sağlamıştır. Türkiye yaklaşık 5,500,000 koloni varlığı ve 96,000 ton/yıl bal üretimiyle günümüzde de çok önemli bir arıcılık ülkesidir. Koloni sayısı bakımından dünyada Çin'den sonra ikinci sırada bulunan ülkemizde bu arı popülasyonu bir taraftan florada devamlılığı sağlamakta ve bitkisel üretimde verim ve kaliteyi arttırmakta, diğer taraftan ise bal ve diğer ürünleri ile önemli bir gelir kaynağı sağlamaktadır. Bazı kaynaklara göre; ülkedeki yaklaşık 150,000 tarım işletmesinde bal arısı kolonisi bulunmaktadır. Arıcılık, bunlardan 50,000'inde işletme gelirini artırıcı bir yan gelir kaynağı olarak, 10,000-15,000'inde ana gelir kaynağı ve profesyonel bir meslek olarak, geri kalanında ise hobi amaçlı ve aile tüketimini karşılamak için yapılmaktadır (Anonim 2011d).

Türkiye'nin her bölgesinin kendine özgü çevre koşullarına sahip olması, buralarda çiçeklenme dönemlerinin farklı olması daha fazla üretimi amaçlayan arıcılar için göçer arıcılığı cazip kılmaktadır. Bugün Türkiye'nin bütün illerinde farklı ekolojik koşullara kolaylıkla uyum sağlayan birçok arı ırk ve ekotipi ile arıcılık yapılmaktadır. Endemik bitki çeşitliliğine ve uygun iklim koşullarına sahip olmamız nedeniyle kimi bölgelerde yıl boyu arıcılık faaliyetlerine imkân tanınmaktadır (Karlıdağ 2010).

4.2.7.a. Bal

Bal; balarılarının çiçek nektarlarını, bitkilerin veya bitkiler üzerinde yaşayan bazı canlıların salgılarını topladıktan sonra, kendine özgü maddelerle karıştırarak değişikliğe uğratarak, bal peteklerine depoladıkları tatlı maddelerdir (Şekil 4.56).



Şekil 4.56. Bal (Anonim 2011c)

Değişen ve gelişen dünyanın değişmeyen tek ürünü olan bal, keşfedildiği günde hangi yöntem ve metotla üretiliyorsa bugün de aynı yöntemlerle üretilebilen mucizevi bir üründür. Arılar tarafından bitkilerin çiçeklerinden toplanan nektar, arının midesinde kimyasal değişime uğrar ve daha sonra yiyecek olarak kullanılmak üzere petek gözlerine depolanır. Bitki çeşidine bağlı olarak %20-80 oranında su içeren nektar, petek gözlerine depolandıktan sonra su oranı %17-20 düzeyine indirilerek petek gözlerinin üzeri sırlanır. Mevcut petek gözlerinin en az yarısı sırlanmış ise bal olgunlaşmış ve hasat zamanı gelmiş demektir. 500 gr bal için 900 arının 1 gün çalışması gerekir. 450 gr bal, 17,000 arının 10,000 çiçek dolaşmasıyla birikir (Sönmez 2004).

Balın sınıflandırılması üretim ve pazarlama şekline ya da kaynağına göre yapılmaktadır. Üretim ve pazarlama şekline göre bal; süzme ve petekli, elde edildiği kaynağına göre ise çiçek ve salgı balı olarak sınıflandırılabilir. Çiçek balı; genellikle bitkilerin çiçeklerinde bazen de kiraz, bakla, pamuk ve şeftali gibi bitkilerin yaprak sapı ve gövdelerinde

bulunan nektar bezlerince salgılanan nektarın arılar tarafından toplanması ile oluşturulan baldır. Salgı balı ise; çam, meşe, kayın ve ladin gibi orman ağaçları üzerinde yaşayan böceklerin salgıladığı tatlı salgıların arılar tarafından toplanması ile oluşturulan baldır. Genel ortalama olarak balın %80'i değişik şekerlerden %17'si sudan meydana gelmektedir. Geri kalan %3'lük kısım başta enzimler olmak üzere, balı bal yapan maddelerden oluşur. Balın bileşimini oluşturan maddelerin % ortalama değerleri aşağıda Çizelge 4.8'de gösterilmiştir (Sönmez 2004).

Çizelge 4.8. Balın bileşimini oluşturan maddelerin % ortalama değerleri (Sönmez 2004)

BİLEŞENLER	YÜZDE
Su	17.20
Şekerler	79.59
Früktöz (Meyve Şekeri)	38.19
Glikoz (Üzüm Şekeri)	31.28
Sakkaroz (Çay Şekeri)	1.31
Maltoz (Disakkaritler)	7.31
Yüksek Şekerler	1.50
Asitler	0.57
Protein	0.26
Kül	0.17
İz Elementler	2.21

1. Balın insan sağlığı açısından önemi

Tarih boyunca bal'a hekimler tarafından ayrı bir önem verilmiştir ki; Romalı hekimler, balın çok kuvvetli bir panzehir olduğunu, Hippokrates balın hava ve suya eş değerliliğini, Mısırlı, Yunanlı, Arap hekimler de balın çeşitli göz, ruh ve sinirsel hastalıklarda, yalnız veya şurup ya da merhem şeklinde kullanıldığını belirtmişlerdir.

Yüksek enerjili ve karbonhidratlı bir madde olan bal, tadı, aroması ve diğer üstün özellikleri nedeniyle insanlar tarafından daha çok bir besin ve enerji kaynağı olarak tüketilmektedir. Bal, aynı zamanda tedavi edici olarak da kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda; balın sindirim sistemi hastalıklarına iyi geldiği ortaya konulmuştur. Özellikle mide ülserinin etkeni olarak gösterilen *Helicobacter pylori*'nin gelişimi üzerine inhibe edici özelliği olduğu ve hastalığın gerilemesinin sağlandığı bildirilmektedir (Çakmak 2002). Bunların yanı sıra asidoza engel olması, yağ sindirimini kolaylaştırması, iştah açması, bağırsak hareketlerini düzenlemesi bakımından balın sindirim sistemi üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Akpınar 2002). Balın, sindirim olayının gerçekleşmesinde doğrudan etkili olup diğer gıda maddelerinin daha iyi emilmesini sağladığı bunlardan yararlanma oranını arttırdığı bilinmektedir. Bu nedenle gelişme bozukluklarında, hastalık ve nekahat dönemlerinde alınması oldukça yararlı olacaktır. Ayrıca, bal, insanlarda hastalık oluşturan bir çok bakteri için uygun olmayan bir ortam oluşturmaktadır. Koyu renkli balların açık renkli ballara göre gıda kaynaklı patojenlerin üremesini önleyici etkilerinin daha fazla olmasının yanı sıra, koyu renkli balların açık renkli ballara göre kan yapıcı özelliği daha fazla olmaktadır. Balın bir diğer özelliği de antioksidatif etkisidir. Bu etki sayesinde insanları, oksidatif olaylar sonucunda oluşabilecek bir takım rahatsızlıklara özellikle kansere, kardiyovasküler kollapsa ve şeker hastalığına karşı koruduğu bildirilmektedir (Sönmez 2004).

Balın, göz hastalıkları üzerine de etkisinin olduğu, özellikle gözün irinli akıntısında, mikrobiyal kornea ülserlerinde, blepharitis, kataral konjunktivit ve kornea enfeksiyonlarında tedavi amaçlı kullanılabileceği bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada; balın allerjik rhino konjunktivit'e karşı etkisi incelenmiş ve balın kullanılmasıyla bu rahatsızlığın bulunduğu kişilerin %20'sinde olumlu etki yaptığı tespit edilmiştir (Sönmez 2004).

Ayrıca, balın topikal olarak hiperozmotik ajan şeklinde göz bölgesine sürülerek, anterior ve posterior ışın tedavisi ile birlikte kullanılmasının korneal ödem rahatsızlıklarına iyi geldiği kayıt edilmiştir (Mansour 2002).

Balın özellikle periodontal hastalıklara, ağız ülserlerine ve diğer birçok ağız problemlerine iyi geldiği saptanmıştır. Dişlerin çürümesine neden olan etkenlerden *Streptococcus mutans*'ın üremesine karşı bazı balların engelleyici etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Yine balın topikal olarak derinin üzerine uygulanması ile kepeğe ve deri rahatsızlıklarına karşı etkili olduğu ortaya konulmuştur (Waili 2001).

Zengin bir besin kaynağı olan bal, bebek ve çocukların beslenmesinde de önemli bir yere sahiptir. Çabuk sindirilmesi, bünyesindeki serbest asitler dolayısıyla yağ hazmını kolaylaştırması, anne ve inek sütündeki demir ve diğer eksikliklerin giderilmesi, iştah açması ve sakinleştirici etkisi gibi özellikleri balın önemini daha da arttırmaktadır. Bal aynı zamanda, insanların günlük gereksinimleri olan C vitaminini de yeterince içermektedir. Kahvaltıda alınan 50 g bal, günlük bağırsak boşaltımını düzenlemekte, çocukların öksürük, bronşit, yaz ishalleri ve bağırsak tembelliğine karşı da yararlı etki göstermektedir (Güneş 2003). Bal, yalnızca bebek ve çocukların beslenmesinde değil büyüklerin beslenmesinde de yararlıdır. Özellikle çabuk enerjiye dönüşen hazır bir gıda olması nedeniyle, yüzme, dağcılık, atletizm, futbol, bisiklet yarışı gibi sporlarla meşgul olan kimselere güç vermek ve yorgunluklarını hafifletmek için kullanılabilir.

Bal, aynı zamanda çeşitli hamur işlerinde ve pastalarda da kullanılmaktadır. Kattığı hoş tat ve aromasının yanı sıra, özellikle levüloz şekerinin su tutma yeteneğinden dolayı, bu yiyeceklerin uzun süre bayatlamadan taze kalmasını sağlar (Sönmez 2004).

Kullanılan bazı balların insan sağlığına olan etkileri sıralanacak olursa (Simics 1998);

- 1- İhlamur balı: Sinir yatıştırıcı, uykusuzluk giderici özelliği vardır.
- 2- Nane balı: Bağırsak gazlarını önleyici, kolitleri çözücü, pankreas salgısını söktürücü, sindirimi kolaylaştırıcı etkisi vardır.
- 3- Kuşdili balı: Sindirim bozukluklarını ve karaciğer hastalıklarını iyileştirir.
- 4- Portakal balı: Yatıştırıcı ve kramp çözücü özelliklere sahiptir.
- 5- Kestane balı: Kalp çarpıntısına ve yüksek tansiyona karşı olumlu etkileri vardır.
- 6- Çam balı: Diüretik olarak ve solunum sistemi rahatsızlıklarında kullanılır.

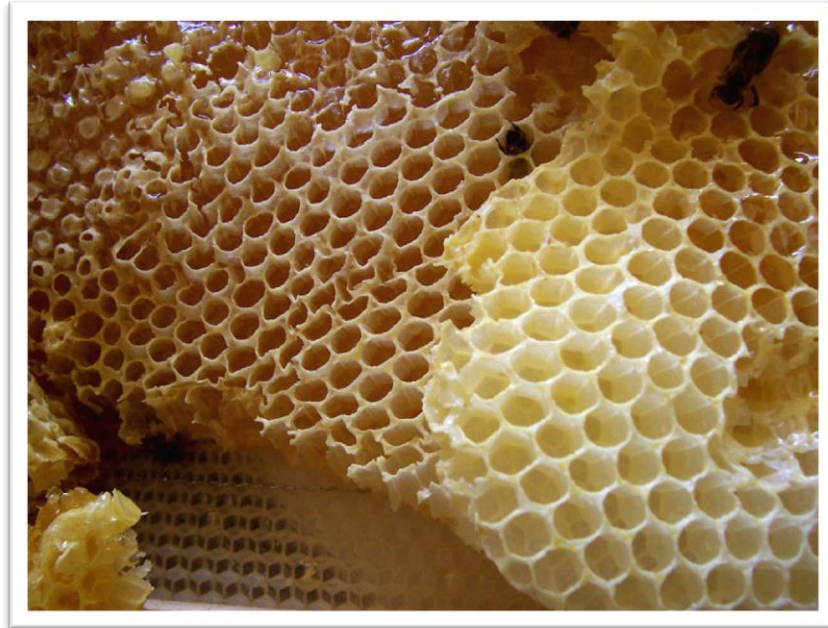
7- Kızıl yonca balı: Solunum sistemi rahatsızlıklarına olumlu etkileri vardır.

8- Okaliptus balı: Solunum sistemi rahatsızlıklarında kullanılır.

4.2.7.b. Balmumu

Balmumu (Şekil 4.57), 2-3 haftalık genç işçi arıların son 4 çift karın halkalarındaki mum salgı bezlerince salgılanan, karın halkaları arasından çıkarken hava ile teması sonucu katılaşıp pulcuk haline geçen, salgılandığı anda beyaz renkte olan ve daha sonra koyulaşan bir arı ürünüdür. Balmumu suda erimeydiği halde eter ve kloroformda erir. Balda bulunan karbonhidratlardan sentezlenir. Arıların 1 kg balmumu üretebilmeleri için 6-10 kg bal yemeleri gereklidir. Mum salgılayan arılar önce bal yerler daha sonra 35°C'da zincir şeklinde salkım oluşturarak mum salgırlar. Mum pulcuğu karın halkalarından bacaklarla çeneye aktarılır. Çenede işlenen balmumu petek örme ve yapmada kullanılır (Sönmez 2004).

Kimyasal yapısında; alkali esterler (%72), serbest yağ asitleri (%14), hidrokarbonlar (%11), serbest alkoller (%1) ve bilinmeyen maddeler (%2) bulunur.



Şekil 4.57. Balmumu (Anonim 2015h)

Balmumu, özellikle Afrika, Orta ve Güney Amerika'da baldan daha önemli bir arı ürünüdür. Balmumu üretimi geleneksel olarak petek kırıntılarının sıcak su içinde eritilip karışımın süzülerek bir başka kaba aktarılması ve burada su üzerinde toplanan balmumunun soğuduktan sonra oluşturduğu katı kütlenin elde edilmesi şeklinde yapılır. Ayrıca, güneş enerjili mum eritme kapları da kullanılabilir. Esmerleşmiş eski peteklerin eritilip balmumuna dönüştürülmesi hastalıkların kontrolü açısından ihmal edilmemesi gereken bir işlemdir. Balmumu, çok değişik alanlarda kullanılmakla birlikte büyük oranda temel petek yapımında ve kozmetik sanayiinde kullanılmaktadır. Bunun yanında, Katolik kiliselerinde yakılan mumlarda en az %32 oranında balmumu bulunması gerektiğinden mum yapma sanayiinde de ciddi miktarlarda kullanılır. Ayrıca, balmumu; ilaç sanayiinde, parlatici, boya ve cila yapımında, kalıpcılık, dişçilik gibi alanlarda ve su geçirmezliğin sağlanmasında kullanılmaktadır (Sönmez 2004).

4.2.7.c. Arı sütü

Arı sütü, 5-15 günlük genç işçi arıların baş kısımlarında bulunan salgı bezlerinden salgıladıkları özel bir besindir (Şekil 4.58). Görünümü kremsi-beyaz renktedir. Ana arı olmaya aday larvanın bulunduğu hücrelerde bulunur.



Şekil 4.58. Arı sütü (Anonim 2012e)

Arı sütü insan sağılığı ve beslenmesi yönünden oldukça önemli maddeler içerir. Arı sütü; yaklaşık %66 su, %14.5 karbonhidrat, %4.5 lipid, %13 dolayında aminoasit, B grubu vitaminlerinin tümüne ek olarak A, D, C, E vitaminleri, önemli bazı mineral maddeler, biyolojik aktif maddeler ve bir miktar da tespit edilemeyen maddeler içerir.

Bilim adamları, normalde işçi arı olacak larvanın arı sütü ile beslenmesi sonucu ana arıya dönüşmesini ve ana arının işçi arıya göre 40 kat daha uzun yaşamasını, arı sütünün kimyasal yapı bakımından zenginliğine ve biyolojik aktif maddeler içermesine bağlamaktadırlar. Arı sütü üretimi, larva transferi yöntemi ile yapılır. Transferden 2-3 gün sonra, hücre içinde bulunan larvalar atılıp geriye kalan arı sütü ağaç kaşıkçıkla veya vakumlanarak renkli şişelere alınır. Bu işlem güneş görmeyen kapalı ortamda yapılmalı ve elde edilen saf arı sütü 5°C'nın altında muhafaza edilmelidir. Nektar ve polen kaynaklarının iyi olduğu dönemde güçlü kolonilerle yapılan üretimlerde bir hücreden ortalama 200 mg civarında arı sütü alınabilir. Arı sütü, balla birlikte tüketilebileceği gibi saf olarak sabahları aç karnına, kahvaltıdan en az yarım saat önce ve dil altından emilmesi yoluyla tüketilmesinin daha doğru ve daha faydalı olduğu bildirilmektedir. Yetişkinler için alınacak günlük ortalama doz genel sağılık ve vücut direncinin korunması için 500 mg, hastalık ve rahatsızlık hallerinde 1 g olarak önerilmektedir. Çocuklarda ise yaşa ve doktor tavsiyesine göre, yetişkin dozun yarısı ile dörtte biri arasındaki doz kullanılabilir. Her ne kadar yeterli sayıda klinik test ve deneylerle kesin olarak ispatlanmamış olsa da tecrübe, yorum ve bazı gözlemler ışığında arı sütünün faydaları ve kullanılma alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Sönmez 2004).

- 1-Organizmaya canlılık kazandırılmasında,
- 2-Bedensel ve zihinsel yorgunlukların giderilmesinde,
- 3-Yaşlılıktan oluşan damar sertliği ve bitkinlik hallerinde,
- 4-Çocukların dengeli beslenmesinde,
- 5-Çocukların diş ve kemiklerinin gelişmesinde,
- 6-Hücre yenileyici özelliği ile cilt bakımında,
- 7-Kadınların periyodik dönemlerinde bozulan kan dengesinin düzenlenmesinde,
- 8-Saç dökülmelerinin önlenmesi ve saçlara canlılık kazandırılmasında,

9-Cinsel faaliyetlerin desteklenmesinde,

10-Genel vücut direncinin artırılmasında,

11-Kan dolaşımının hızlandırılmasında.

12-Kansızlık, sarılık, yüksek ve düşük tansiyonun düzenlenmesi, erken bunama ve kolesterolün düşürülmesi gibi hallerde de fayda sağlamaktadır (Sönmez 2004).

4.2.7.d. Polen

Polen; çiçekli bitkilerde çiçeklerin erkek organlarınca üretilip dişi organın döllenmesini sağlayan basitçe çiçek tozu olarak da adlandırılan bitkilerin erkek cinsiyet hücreleridir. Balarılar, poleni büyük oranda yavru gıdası olarak kullanırlar. Polen kıymetli bir protein, vitamin ve mineral madde kaynağıdır. Polende 18 çeşit amino asit, 10 farklı mineral madde, B grubu vitaminlerinin tümüne ek olarak C, D, E vitaminleri, doğal hormon, enzim, koenzim, pigment, karbonhidrat ve fermentler bulunmaktadır. Kaynağına göre değişiklik göstermekle birlikte genel ortalama olarak polen; %35 karbonhidrat, %20 protein, %20 su, %5 lipid ve %20 dolayında diğer maddeler içerir. Polen, bir canlının büyüüp gelişebilmesi için günlük alınması gereken aminoasitleri, vitaminleri ve mineral maddeleri yeterli miktarlarda ve denge içinde bulunduran yegane doğal besin maddesidir. Polenin kimyasal yapısı, rengi, tadı, kokusu ve şekli bitki türüne göre değişmektedir. Çoğunlukla sarı renkli olup siyah, mor, pembe renkli polenlere de rastlamak mümkündür. Ayrıca, balın kaynağı, balda bulunan polenlerin analizi ile belirlenmektedir. Polen, polen tuzakları kullanılarak toplanmaktadır. Kovan girişine değişik şekillerde monte edilebilen tuzaklardan geçen arının taşıdığı polen tuzak haznesinde birikir. Haznede biriken polen, 1-2 gün aralıklarla boşaltılıp 42°C'ı geçmeyen sıcaklıkta kurutma dolaplarında kurutulup su oranı %7-8 oranına düşürülür. Daha sonra eleklerden geçirilip temizlenen polen hava almayacak şekilde ambalajlanıp 6 ayla kadar olan depolama için oda sıcaklığında daha uzun süreli depolamalar için soğuk ortamda saklanır. Uzun süreli saklanacak kurutulmuş ve temizlenmiş polen CO₂ gazı ile fümige edilebilir. Yapılan denemeler polen toplamanın, koloninin gelişmesi ve bunun sonucu olarak da bal üretimi üzerinde önemli olumsuz etkiye bulunmadığını göstermiştir. Polen toplanması durumunda, arıların daha çok polen toplama seferine

çıkarak ve polen tuzağına rağmen küçük polen kümelerini koloniye geçirerek ihtiyaçları olan poleni depoladıkları tespit edilmiştir. Bal üretimi yanında, gerektiğinde koloni beslemesinde kullanmak veya ticari amaçla polen toplamanın daha kazançlı arıcılığa vesile olduğu kesindir. Polen, teknik olarak kurutma dolaplarında kurutulması yanında basit olarak havadar ve doğrudan güneş ışığı almayan gölge bir yerde kurutulabilir. Polen, insan sağlığı ve beslenmesinde ve genel vücut direncinin korunmasında büyük öneme sahiptir. Sabahları aç karnına, kahvaltıdan en az yarım saat önce ya da akşam yemeğinden en az 4 saat sonra tercihen yatmadan önce sade olarak veya ılık süt ve meyve suları içinde alınmalıdır. Günlük alınması gereken doz duruma göre, yetişkinlerde 15-40 g, 6-12 yaş grubu çocuklarda 10-15 g, 3-5 yaş grubu çocuklarda ise 5-15 g'dır. Bir yemek kaşığı kuru polen yaklaşık 10 g'dır. Genel sağlığın korunması ve vücut direncinin artırılması yanında dengeli beslenme amacıyla da tüketilen polen aşağıdaki hallerde de fayda sağlamaktadır. Ancak nadiren de görölse bazı kişilerde alerjik reaksiyona neden olabilir. Bu durumda polenin kullanılmaması gerekir (Sönmez 2004). Polen;

- 1-Zihinsel ve bedensel yorgunlukların giderilmesinde,
- 2-Çocukların sağlıklı gelişmesi ve beslenmesinde,
- 3-Düşünme, araştırma ve çalışma gücünün artırılmasında,
- 4-Sporcuların ve yarış hayvanlarının performanslarının artırılmasında,
- 5-Kansızlığın giderilmesinde,
- 6-Karaciğer, prostat ve kanser hastalıklarında faydalıdır (Sönmez, 2004).

4.2.7.e. Propolis

Propolis; arılar tarafından bitkilerden toplanan, yapışkan ve 15°C'da sert ve kırılğan, 30°C'da yumuşak ve bükülebilir, kaynağına göre siyahtan sarıya kadar değişebilen renkte bir maddedir (Şekil 4.59). Ham propolisin yapısında, kaynağına göre oldukça değişmekle birlikte; %50-55 reçine ve balsam, %20-35 bitki kaynaklı mumlar, %10-15 eterik ve esansiyel yağlar, %2-5 polen, az miktarda organik ve inorganik bileşikler bulunur. Başka bir bildirişe göre propoliste %46 balsam, %27 bitkisel kökenli mum ve

%15 flavon ve flavonoidler bulunmaktadır. Flavon ve flavonoidler propolise antifungal, antiviral ve antibakteriyel özellikler kazandıran maddelerdir. Arılar propolisi; kavak, meşe, kayın, okaliptüs, akasya ve kozalaklı ağaçlar başta olmak üzere değişik ağaç ve çalılardan toplarlar.



Şekil 4.59. Kovandan toplanarak topak haline getirilmiş propolis (Anonim 2015i)

Arının arka bacağına taşıdığı propolis kovanda ancak diğer arıların yardımıyla boşaltılıp gerekli yerlerde kullanılır. Arılar propolisi kovanda dip tahtası, çerçeve kenarları ve giriş deliği arkasında biriktirir. Buralarda biriken propolis kazınarak toplanabilir. Bu şekilde elde edilen propolis temiz olmayabilir ve değişik kalıntılar içerebilir. Bu nedenle propolisin teknik olarak toplanmasında, çerçevelerin üstüne yerleştirilen ana arı ızgarasına benzer plastik plakalar veya kovanın ön ve arka gövde tahtalarında açılacak aralıklar kullanılır. Propolisin toplama plakasında biriktirilmesinden sonra plaka bir müddet soğuk ortamda tutulduğunda propolis el yardımıyla kolaylıkla plakadan hasat edilir ve ambalajlanır. Hasat edilen ham

propolisten laboratuvarında "Yumuşak Propolis Ekstraktı" üretilir. Propolis kovanlarda arılar tarafından; kovadaki çatlak ve patlakların kapatılmasında, çerçevelerin gerek kovan duvarlarına gerekse birbirlerine yapıştırılmasında, koloniye giren ve koloni dışına atılamayan zararlıların mumyalanıp kokuşmasının önlenmesinde, petek hücrelerinin cilalanıp parlatılmasında ve kovanın steril hale getirilmesinde kullanılır (Sönmez 2004).

Propolis, tıp'ta ilaç ham maddesi olarak kullanılmakta olup eski Doğu Bloğu ülkelerinde ilaç kodeksine girmiştir. Çok kuvvetli antibakteriyel, antifungal, antiviral ve anestezik etkiye sahip olduğundan Apiterapide yaygın olarak kullanılma alanı bulmuştur. Başta Japonya olmak üzere bazı ülkelerde tonlarca propolis pastil, tablet, krem, ve solüsyon gibi değişik şekillerde hastalıkların tedavisi ve genel vücut direncinin korunması ve artırılması amacıyla tüketilmektedir (Sönmez 2004).

4.2.7.f. Arı zehiri

Arı zehiri, işçi arılarda zehir bezlerince üretilip zehir torbasında depolanır. Hücreden yeni çıkmış arıların zehir üretme yetenekleri çok az olup 12 günlük olduklarında en yüksek üretim kapasitesine ulaşırlar ve 20 günlük olduklarında zehir üretme yeteneklerini kaybederler. Ancak kışlayan arılarda bu yetenek yok olmaz. Bir işçi arı, ömrü boyunca 0.3 mg dolayında zehir üretir. Sokma sırasında iğnesini sokulan canlı üzerinde bırakan arı, daha sonra ölür. Bir anlamda, işçi arı kendisini ve kolonisini korumak için ölümü göze alır. Arı zehiri kimyasal olarak oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Farmakolojik açıdan önemli aktif maddeler içerir. Bunlardan en önemlisi kimyasal yapının yaklaşık %50'sini oluşturan polipeptit yapıdaki mellitin'dir. Arı zehirinde bulunan diğer önemli polipeptit ise apamin'dir. Bunun yanında enzim yapısında olan fosfalipazlar arı zehirinde %12 dolayında bulunur (Sönmez 2004).

Arı zehiri toplanmasında, değişik yöntemler bulunmasına karşın, daha çok 5-10 mm aralıklarla paralel dizilen tellerin altına yerleştirilen cam levhalı düzenek kullanılmaktadır. Kovan uçuş tahtası veya kovan dip tahtası üzerine konan bu düzeneğe 12 voltluk akım verildiğinde tellere temas eden arı hafif elektrik şokuyla karşılaşmakta

ve zehirini cam levha üzerine bırakmaktadır (Şekil 4.60). İğne cama batmayacağından arı da ölmemektedir. Sıvı olan arı zehiri, cam levha üzerine bırakılır bırakılmaz kristal hale geçer ve daha sonra jiletle kazınarak toplanır.



Şekil 4.60. Arı zehirinin toplandığı cam levhalar (Anonim 2015b)

Arı zehiri toplanması sırasında arılar yüksek derecede rahatsız edileceğinden çevredeki canlılar yönünden güvenlik tedbirleri alınmalı, uygulama 1 kovan için en fazla 5-10 dakika sürmelidir. Uygulama 10 kovana tatbik edildiğinde 1-2 g kristal zehir toplamak mümkündür. Arı zehirinin kullanılma alanları ve ticaret hacmi diğer arı ürünlerine göre daha sınırlıdır. Arı zehiri arılarca koloninin düşmana karşı savunulmasında, ve ayrıca apiterapide arı zehirine karşı bağışıklık sisteminin geliştirilmesinde ve romatizmal hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Arı zehiri, Amerika'da eczanelerde tablet olarak satılmakta ve ilgi görmektedir (Sönmez 2004).

4.2.8. İpek üretiminde böcekler

Binlerce yıldır insanların en güzel ve en narin olarak değerlendirdikleri, nadide kumaşların dokunduğu bir ipliği üretmek için kendini ördüğü bir kozanın içine hapseden ipek böceği (*Bombyx mori*; Lepidoptera; Bombycidae), ılıman ve subtropikal bölgelerde yaşayan evcilleştirilmiş bir kelebeğdir. Yumuşaklığı ve parlaklığıyla yüzyıllardır en çok tercih edilen kumaş olan ipek, ipek böceği tırtıllarının ördüğü kozalardan yapılır. Bu mucizevi canlılar, ilginç bir şekilde yalnızca dut yaprağı yerler. Dut ağacı yapraklarından başka hiçbir şeyle beslenmezler. İpek böceği tırtılları gelişimlerini tamamlayınca, kelebek olmak için koza örmeye başlarlar. Sonunda da kendilerini, bu incecik ipek ipliklerinden örülmüş kozalarına hapsedip, uykuya dalarlar. Önce yalnızca minik bir tırtılla başlayan bu sürecin sonunda tırtıl kaybolurken ortaya ipekten örülmüş bir koza ile bir kelebek kalmaktadır (Şekil 4.61).



Şekil 4.61. *Bombyx mori* ve koza (Anonim 2015c)

İpek böceklerinin yeryüzünde birçok farklı türü bulunmaktadır. Bazı farklılıklar dışında hepsinde ortak olan dönemler; yumurta dönemi, larva dönemi, koza örme devresi ve ergin-kelebek dönemidir. İpek böceklerinin bir türü (univoltin ırk) sadece ilkbaharda yumurtlar ve bu türün verdiği yumurtalar diğer ilkbahara kadar bekler. Başka bir türde (bivoltin ırk) ise yumurtalar ikinci yumurtlama için beklemeye girmeden, 11–12 günlük kuluçka devresi geçirerek yumurtadan çıkarlar. İkinci neslin verdiği yumurtalar ise bekleme dönemine girerek kışı geçirir ve ilkbaharda tekrar canlanırlar. Hindistan ve Tayland gibi yetiştirildiği bölgelerin sıcak olması nedeniyle multivoltin ırklardan bir

yılda 7–8 nesil elde edilebilir. Yumurtadan çıkan larvalar, iklim ve hava şartlarına bağlı olarak süresi değişen larva döneminde 4 defa deri değiştirirler. Larvalar yem yeme safhasında çok iştahlıdırlar ve sürekli taze dut yaprağı yerler. Adeta yaşayacakları bir sonraki dönemde inzivaya çekileceklerini biliyor gibi karınlarını iyice doyururlar. Başları vücutlarına oranla küçük olan larvaların derilerinin parlaklığı ve gerginliği artar. Deri değiştirme safhasının başlangıcında yemek yemeyi keserler ve durgunlaşırlar. Dinlenmek için yer ararlar. İpeğimsi bir madde salgılayarak yapraklar üzerine tutunurlar, başlarını yukarı kaldırarak hareketsiz bir şekilde dururlar. Deri değiştiren larvaların vücudu ise büyümüştür. Başları da vücutlarına oranla artık daha büyüktür. Yem yeme safhasında parlak ve gergin olan deri, deri değiştirme sonrası gevşer, buruşur ve solgunlaşır. Deri değiştirme sürecini yaşayan bir ipek böceği hemen hemen yumurtadan çıkış ağırlığının 10.000 katına ulaşmıştır. Üstelik bu gelişme, 20–25 gün gibi kısa bir süre içerisinde oluşmuştur. Böcek erginleştğinde genellikle 7.-9. günlerde yem yemeyi keser, başını yukarı kaldırarak sallamaya ve oldukça nemli bir sıvı salgılamaya başlar. Göğüs ve karın bölgesinin yarı şeffaf olması nedeniyle vücudunun hemen hemen %40'ını kaplayacak şekilde genişlemiş olan ipek bezleri deri altında fark edilebilir. Sindirim kanalının boşaldığı ve larvanın kehribar rengini aldığı bu aşamada ipek böcekleri artık koza örmeye hazırdır ve askıya alınmaları için toplanmaları gerekir. Yumurtadan çıkan ipek böceği tırtılı; önce büyük bir titizlikle seçtiği "askı" olarak kullanacağı dallardan birine çıkarak kendini aynı iplikle oraya bağlar. Daha sonra salgıladığı ipeğe sarılmaya ve koza örmeye başlar. Multivoltin ırklarda 2–3 gün, uni ve bivoltin ırklarda 3–4 gün içerisinde koza örme işlemi biter. İpek böceği, ipliğini çıkardığı sürece, başını 8 çizer gibi sürekli oynatır, kozanın bir bölümünden diğer bölümüne geçerek örme işlemine devam eder. Baş dönmeden ve dengesini hiç kaybetmeden yaptığı bu hareketi, 3–4 gün süresince yaklaşık 130,000 kez tekrarlamaktadır. Bu süre içerisinde tırtıl, ortalama 900-1500 m uzunluğunda bir iplik çıkarır. İpek üretimi sona erdiğinde ve bezler boşaldığı zaman artık çok zayıflamış olan tırtıl başkalaşıma uğrayarak, bir iki gün içinde daha güçlü bir yapıda olan "krizalit"e dönüşür. Koza örmenin 4. veya 5. gününde krizalit haline dönüşen ipek böceği, 8–14 gün süren krizalit devresinde metamorfoza uğrayarak kelebek haline dönüşür. Kelebek, alkali yapıdaki salyası yardımıyla kozayı delerek dışarı çıkar. Yumurtadan tırtıla, tırtıldan kelebeğe giden bu döngünün içinde hayatını sürdüren ipek böceği, dünyanın en

sağlam ipliğini üretir. Araştırmalara göre; ipek üretiminin sırrı, ipek böceklerinin salgı bezlerindeki ipek proteinlerinin, suda çözünübilirliğini nasıl kontrol ettiklerinde yatmaktadır. Tüm süreç, su miktarıyla kontrol altında tutulur. Organizma ipek bezine protein gönderir, ancak bunu yaparken oraya ne kadar su bıraktığını denetler. Bu hassas ölçüler de ipeğin sağlamlığında rol oynar.

İpek, kolay boyanabilen, yumuşak ve dayanıklı bir ip olması nedeniyle tarih boyunca çok kıymetli bir dokuma hammaddesi olmuştur. Boyanınca çok gösterişli olan ipeğe başka lifler karıştırılarak döşemelik ve perdelik kumaşlar da yapılır.

Liflerin kraliçesi olarak bilinen ipek, 4000 yılı aşkın bir süreden beri, insanların ekonomik hayatında önemli bir rol oynamaktadır. Yıllarboyu Çin, Hindistan, Taşkent, Bağdat, Şam ve İstanbul'dan geçen ipek yolunu takiben Avrupa'ya taşınmış ve bu zaman zarfında, altından daha değerli bir ürün olarak alıcı bulmuştur (Anonim 2014u).

4.2.8.a. İpeğin tarihçesi ve dünyada ipek

İpekböceğinin ilk kez MÖ 2000 yıllarında Çin'de yetiştirildiği ve kozalarından ipek elde edildiği tarihi belgelerde görülmektedir. Uzun süre bir sanat olarak gizli tutulmuştur. Ancak, MS 419 yılında Çin prensi tarafından Türkistan'daki Cotan eyaletine götürülen ipek kozaları daha sonra Çin seyyahları tarafından Kore yarımadası ve Japonya'ya yayılmıştır. Anadolu'ya girişi ise MS 552 yılında Bizanslılar zamanına rastlamaktadır. Daha sonraları ise, doğudan gelen ipeği kumaş şeklinde işleyip gayet pahalı fiyatlarla Avrupa'ya satan Bizans, hammaddeyi de bizzat üretmeyi amaçlamış ve din adamlarına kamış bastonlar içinde tohum kaçtırmayı başarmıştır. İlk kez Marmara Bölgesi'nde İzmit, Yalova, Mudanya, Gemlik ve Bursa dolaylarında başlayan üretim, oradan Trakya'ya sıçramış ve giderek Yunanistan, İtalya ve Fransa'ya yayılmıştır. İpek Anadolu'ya Bizanslılar zamanında gelmesine rağmen ipekçiliğin esas gelişmesi daha çok Osmanlılar zamanında görülmüştür ve İmparatorlukla birlikte hemen hemen ülkenin her yerine yayılmıştır. Mevcut bilgilere göre 1840-1860 yılları arasında ipekçilik önemli bir gelişme göstermiş ve pek çok bölgede ipek çekim sistemleri

kurulmuştur. 1860 yılından itibaren ipek böceklerinde görülen karataban hastalığının etkisiyle ve Süveyş Kanalı'nın açılmasıyla Çin'den daha ucuza getirilebilmesi nedeniyle ipekçilik ülkemizde gerilemiştir. Daha sonra tohum yetiştirmede yapılan bir değişiklik sonucunda 1908 yıllarına kadar tekrar artış göstermiştir. Ancak 1. Dünya savaşı nedeniyle üretim tekrar düşmüştür. Daha sonra tekrar küçük bir artış olsa da, hiç bir zaman 1908 yılındaki üretimi yakalayamamıştır. 1960 yılından sonra yeni bir ırkın yetiştirilmesine geçilmiştir. 1971 yılından sonra önce Bursa daha sonra Eskişehir, Sakarya ve Hatay illerinde üretim yapılmıştır. Türkiye'de bugün yetiştirilen ipekler özellikle halı imalatında kullanılabilmektedir. İpek Hereke, Kocaeli ve Kayseri de halı yapımında kullanılmaktadır (Anonim 2014v).

Günümüzde 60 kadar ülkede ekonomik anlamda ipekçilik üzerinde çalışılmakta ve ipek üretilmektedir. Ancak bütün dünya ülkelerinde tüketilmektedir. Bu anlamda önemli bir ticaret ve tekstil ürünüdür. Bugün, ipek üretilen 20 ülkede üretim ekonomik bakımdan önem taşımaktadır. Dünya'da ipek böceği yetiştiren önemli ülkeler Çin, Hindistan, Türkmenistan, Japonya, Brezilya, Özbekistan, Tayland ve İran'dır ki bu toplam yaş koza üretiminin %95'ini oluşturmaktadır. Dünya ham ipek üretiminde Çin %70 ile ilk sırada yer almakta, Çin'i Hindistan ve Türkmenistan takip etmektedir. İhracatta Çin %65 ile Türkmenistan ise %23 ile önemli ülkelerdir. Hindistan önemli üretici ülkelerden biri olmasının yanı sıra aynı zamanda %39 ile önemli ithalatçı ülkelerin başında gelmektedir.

4.2.8.b. İpek böcekçiliği

İpek dutla beslenen ipek böceklerinin ürettikleri ipek ve dutla beslenmeyen ipek böceklerinin ürettikleri yabani ipek olmak üzere iki grup altında incelenir.

Doğal İpek Böcekçiliği: Dut fidanı yetiştiriciliğinden ipekböceği tohumunun elde edilmesine; inficar (çatlama), böceğin bakım ve beslenmesi, kozanın üretilmesi ve kozadan ipeğin çekilmesine değin uzanan bir dizi etkinlikler sürecini kapsamaktadır.

Yapay İpek Yetiştiriciliği:

Dünyada salgı üreten pek çok böcekten lif elde edilmesine rağmen ekonomik olarak ürün verenlerin sayısı oldukça azdır. Dutla beslenen *Bombyx mori* türü evcilleştirilebildiği halde, diğerleri genelde koloni halinde yaşayan ve evcilleştirilmesi güç olan türlerdir. Orman ağaçlarının yaprakları ile beslenen ipekböceklerine yabani İpekböcekleri, elde edilen ipeklere de yabani ipek denilmektedir (Yazıcıoğlu ve Gülümser 1993). Yabani ipekböcekleri, genellikle Saturniidae familyasının *Antheraea* ve *Phylosomia* cinsine dâhil olan böceklerdir. Bunlardan ekonomik olarak ipek elde edilenlerin sayısı oldukça azdır. Çizelge 4.9’da dutla beslenmeyen, ekonomik olarak lif üreten başlıca ipekböceklerinin bilimsel adı, yetiştiği ülke, beslendiği ağaç türü ile ipeğin adı verilmiştir (Atav ve Demir 2009).

Çizelge 4.9. Dutla beslenmeyen başlıca ipek böcekleri (Atav ve Demir 2009).

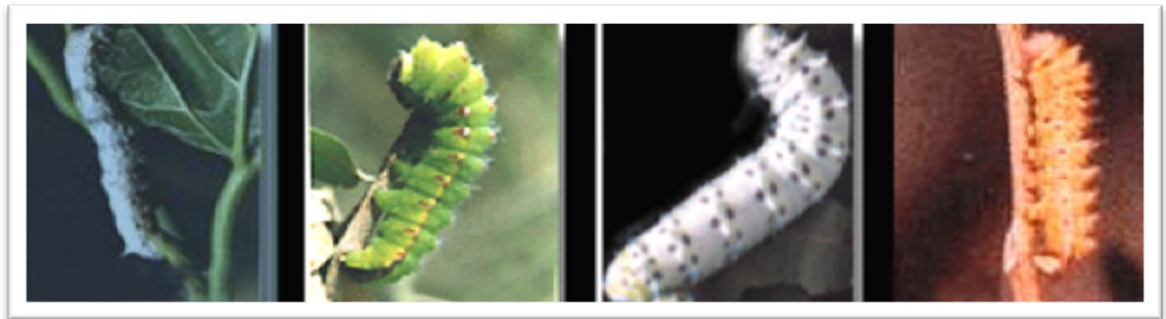
İpek Böceğinin Adı	İpek Böceğinin Yetiştigi Yer	Beslendiği Ağaç Türü	İpeğin Adı
<i>Antheraea pernyi</i> G.	Çin	meşe çeşitleri	Ilıman veya Oak Tasar (Tussah)
<i>Antheraea yamamai</i> G.	Japonya	meşe çeşitleri	Ilıman veya Oak Tasar (Tussah)
<i>Antheraea roylei</i> Mr.	Hindistan	meşe çeşitleri	Ilıman veya Oak Tasar (Tussah)
<i>Antheraea poyler</i> J.	Hindistan	meşe çeşitleri	Ilıman veya Oak Tasar (Tussah)
<i>Antheraea mylitta</i> D.	Hindistan	<i>Terminalia Tomentose</i> , <i>T. arjuna</i> , <i>Shorea</i>	Tropikal Tasar
<i>Antheraea asamsa</i> W.	Hindistan	<i>Machilun bomycina</i> , <i>Litsea polyantha</i>	Muga
<i>Phylosomia ricini</i> H.	Hindistan ve diğer Uzak Doğu ülkeleri	<i>Ricinus communis</i> <i>Alianthus</i>	Eri

Çizelge 4.9’da görülen türlerin dışında az da olsa *Phylosomia*, *Cynthia* ve *Erignyo proterum* türleri de vardır. Ancak Tasar, Muga ve Eri en çok üretilenlerdendir.

Tasar lifleri: *Antheraea* türlerine ait ipekböceklerinden elde edilen ve dünyada en çok üretilen yabani ipeklerdir (Şekil 4.62). *Antheraea mylitta* türünden elde edilen (Tropikal Tasar) ipek lifleri bakır rengine sahip kalın lifler olup, daha ziyade mobilyalıklarda ve iç giysilerde kullanılmaktadır. Doğal ipekböceklerinden elde edilen liflere göre daha az parlaktır, ancak kendine özgü bir çekiciliği vardır. *Antheraea proylei* Türünden elde edilen ipek lifleri ise, “Oak (meşe) Tasar” olarak adlandırılmakta ve diğer tropikal Tasar türünden elde edilene göre daha incedir (Atav ve Demir 2009).

Muga lifleri: Muga ipekböceği (*Antherea assama*) (Şekil 4.62), Hindistan’ın Kuzeydoğu bölgesinde yetişmektedir. Bu ipekböcekleri, som (*Machilus bombycine*) ve Soalu (*Litsea polyantha*) ağaçlarının yapraklarını yiyerek beslenmektedir. Bu ipek böcekleri dünyanın en pahalı ve en ince yabani ipeklerinden birini üretmektedir ve bu lifler Muga’ya da yaygın olarak bilindiği şekliyle Altın ipek (Golden silk) olarak adlandırılmaktadır (Atav ve Demir 2009).

Eri lifleri: Castor ve Kessuru bitkilerinin yapraklarını yiyen *Samia ricina* tırtılına verilen genel isimdir. Bu ipek böcekleri tamamiyle evcilleştirilebilen ve dutla beslenmeyen tek ipek böceğidir ve hintyağı bu ipek böcekleri için temel besin kaynağıdır. Eri ipek böceği (Şekil 4.62), kısa lifler üretir ve bunları iplik haline getirmek için eğrilir ve ardından dokunur ya da örülür. Bu kumaşlar bayan elbiseleri yapımında kullanılmaktadır (Atav ve Demir 2009).



Şekil 4.62. Mulberry ve Tasar, Muga ve Eri ipek böcekleri (Atav ve Demir 2009)

Yabani ipeklerin üretildikleri ülkeler Hindistan, Çin ve Japonya'dır. Özellikle Hindistan bu konuda en başta gelmektedir. Bu ipek böceklerinden elde edilen lifler katma değeri yüksek olduğundan üretildikleri ülkelerde milli gelir artışı sağlamaktadır. Bu nedenle, günümüzde bu ipek böceklerinin yetiştirildiği Hindistan ve Çin gibi ülkelerde üretim arttırılmaya çalışılmaktadır. Bugün için kullanım alanları her ne kadar geleneksel giysiler ve özel Tasarımlarla sınırlı olsa da, eğer üretim artışı sağlanabilirse, fiyatları daha uygun seviyelere düşeceğinden, kullanım alanları da genişleyecektir.

4.2.9. Boya ve gıda sanayiinde böcekler

4.2.9.a. Organik boyar maddelerin önemi

Boya endüstrisi, insanlık tarihi boyunca sürekli gelişerek varlığını devam ettirmiş ve kullanılan boya hammaddeleri Günümüze kadar çeşitlenerek gelmiştir. İnsanoğlu, boya elde etmek için inorganik maddelerin yanı sıra, bitkiler ve hayvanlar gibi organik kökenli maddeleri de kullanmıştır. Köklerden, gövde kabuklarından, yapraklardan, dallardan, meyvelerden, tohumlar ve böceklerden elde edilen boyar maddelerle yapılan boyama işlemine doğal boyamacılık denilmiştir. Günümüzden 5000-6000 yıl önce başlayan doğal boyamacılık, 1856 yılında William Henry Perkin tarafından ilk sentetik boyarmaddenin bulunuşuna kadar değişmeden süre gelmiştir. 19. yüzyıl sonlarına doğru Alizarin gibi büyük miktarlarda ve ucuz olarak üretilen sentetik pigment ve boyaların geliştirilmesiyle, doğal boyaların üretimi azalmıştır. Ancak sentetik katkı maddelerinin insan sağlığı üzerine toksik ve kanserojen etkileri ile atıklarının çevre kirliliğine olan etkileri araştırıldıkça, karmin gibi doğal boya maddelerinin hem kullanımı artmış hem de üretimi yeniden kârlı hale gelmiştir. Gerek ekonomik açıdan, gerek uygulanabilirliği açısından özellikle tekstil sektöründe çok büyük yere sahip olan doğal boyamacılık; sağlık, ekolojik döngü ve biyolojik yarar sağlayabilme özelliklerinden dolayı birçok avantaja sahiptir. Örneğin; doğal boyamada kullanılan makineler sentetik boyamacılığa göre çok daha kısa sürede çalıştırıldığı için enerji tasarrufu sağlanmakta, kullanılan organik kökenli maddeler doğaya tekrar arıtılmadan bırakılabilmekte ve doğada bulunan bir zararlı tür kontrol altına alınabilmektedir (Çakalgöz ve Eltez, 2014). Sonuç olarak;

doğal boyamacılık enerji ve su tasarrufu sağlayarak küresel ısınma sorunun çözümüne yardımcı olurken, kullanılan organik madde atıklarının dönüşümü sağlanarak ekonomiye katkıda bulunmaktadır.

1. Organik boyar maddelerin tarihçesi

Doğal boyamacılığın geçmişi hemen hemen dokumanın tarihi kadar eskidir. Antik dönemlerde kullanılan boya maddeleri, giysilerin yapıldığı kumaşların boyanmasında kullanıldığı gibi duvar resimlerinde de pigment olarak kullanılmıştır (Sandberg 1996). Akdeniz, antik dönemlerde, boya endüstrisi için çok önemli bir merkez olmuştur. Hayvansal kaynaklı boya maddelerinden biri olan Kermes, bu bölgedeki yerleşim merkezlerinden elde edilmiş, kullanılmış ve diğer bölgelere ihraç edilmiştir (Cazzella and Moscoloni 1998). Kermes böceğinden elde edilen boya, Roma Döneminde sıkça kullanılan bir boya maddesi olmuştur (Brunello 1973). Bu boya maddesi, Kermes'in en önemli türü *Kermococcus vermilio* Planchon (Hemiptera; Kermesidae)'un özellikle dişilerinden elde edilir ve kırmızı renk için kullanılır (Freeman ve Peters 2000).

Mezopotamya'da, MÖ 4000 yıllarının sonunda eğirme, dokuma ve boyamanın gelişmiş olduğu, Eski Sümerler'in en büyük şehirlerinden biri olan Nippur'da bulunan, kil tabletlerinden anlaşılmaktadır. Sümerlerden kalan birçok kil tablette yünlü kumaş için dokuma ve boyama teknikleri anlatılmıştır. Eski Mezopotamya'da da kırmızı renge boyamanın en önemli kaynağı kermes böceği olduğu bilinmekteydi. Bir Babil şehri olan Nuzi (Günümüzde Kerkük yakınlarında Yorgan Tepe)'deki arkeolojik kazılardan çıkan bir kil tablette, kermes böceğinin tekstil elyafını kırmızı renge boyadığı ifade edilmiştir. Mısırda bulunan duvar resimlerinde, insanların sosyal statülerine göre giysilerinde mavi ve kırmızı şeritlerin kullanıldığı görülmektedir. Asur kralı II. Sargon MÖ 800 yıllarında Urartu krallığını yendikten sonra, Urartu Krallığının Sarayından yağmalanan tekstil ürünlerini, kayıt altına aldırılmıştır. Kırmızı renkli bu tekstillerin de Ağrı dağı kermes'inden elde edildiği kaydedilmiştir. Tevrat'da MÖ 1400'lü yıllarda kermesin boyamalarda kullanıldığına dair metinler bulunmaktadır. Persler kumaşların ve pek çok halının kırmızı renge boyanmasında kermes böceğini kullanmışlardır. Hatta dünyaya

kırmızı boyamaların ilk Perslerden yayıldığı bilinmektedir. Romalılar kermes ile boyanmış kırmızı rengi “scarlatum” olarak adlandırmışlar ve farklı elyaf (ipek yün vb.) türlerin boyanmasında kermes böceğini kullanmışlardır. Bu böcekten elde ettikleri pigmentleri duvar resimlerinde ve ikonlarında da kullanmışlardır.

Kermes Ortaçağda Venedik ve Marsilya’da toplanarak, diğer Avrupa ülkelerine ihraç edilmiştir. Venedikliler, kermesten elde edilen kırmızı rengi “süper renk” olarak adlandırmışlardır. Kermesin hem üretim tekniklerini kontrol etmiş hem de kalitesini koruyarak kermes’e, “Venedik Kırmızısı” olarak tüm dünyada ün kazandırmışlardır.

Osmanlı imparatorluğunda, İstanbul’un fethinden sonra Fatih Sultan Mehmed tarafından deniz kabuklularının boyamalarda kullanılmasının yasaklanmasıyla kermes boyamacılığının önemi artmıştır. 1464 yılında Roma Kardinallerinin de deniz kabuklularını yasaklaması, kermes’in önemini daha çok arttırmıştır.

Dünyanın en eski halısı olarak kabul edilen ve MÖ 500 yılına tarihlendirilen “Pazırık Halı” ve halı ile aynı kurguda bulunan “keçe” örneğinin kırmızı renginin boyar madde analizlerinde Polonya kermes’i (*Porphyrophora polonica*) ile boyandığı tespit edilmiştir. 2-3. yüzyıla ait olduğu tespit edilen Palmira tekstillerinde de Ekin Koşnili (*Porphyrophora tritici*) kullanılmıştır (Karadağ 2007).

MÖ 1500 yıllarında Hindistan’da ise, kırmızı renk boyamalar için lak böceğinin (*Tachardia tacca*) kullanılmış olduğu bilinmektedir. 5. yüzyıla ait yazılı kaynaklarda lak böceğinin çok miktarda boyamada kullanıldığı ve 10. yüzyılda ise, farklı bir metotla boyamada kullanıldığından bahsedilmektedir. Lak Hindistan’da yüzyıllar boyu kaşmir, ipek, yün ve keten boyamada kullanılmış ve yaklaşık 2000 yıl önce Hindistan’dan Yakın Doğu’ya ihraç edilmiştir. Kutsal Hint Destanı “Ramayana”da (13-16. yüzyıl), eski Hindistan ipek ticaretinin merkezi Assam’da bu böceğin kullanılmış olduğundan bahsedilmektedir. Ayrıca birçok bitkisel motifli Pakistan Lahor halılarında kırmızı renk boyamalarında lak kullanılmış olduğu bilinmektedir. İran’da Safaviler döneminde üretilen halılar, Osmanlı İmparatorluğunda üretilen halı ve kumaşlar ayrıca Hindistan

Moğol İmparatorluğu dönemi tekstilleri kırmızı renklerinde özellikle de ipek boyamalarda lak böceği kökboya yerine daha fazla tercih edilmiştir. Amerika'nın keşfinden sonra koşnilin gelmesiyle lak böceğinin kullanımı azalmıştır. 19. yüzyılın başlarına kadar Asya ülkelerinin (böceğin yetiştiği ülkeler) dışında kullanımı en aza inmiştir. Günümüzde Tayland, Malezya ve Laos'da lak ipek boyamacılığı için kullanılmakta ve gün geçtikçe kullanımı artmaktadır (Karadağ 2007).

Doğu Avrupa'da ve Asya'nın bazı bölgelerinde yaşayan ve "Polish Cochineal" olarak adlandırılan *Margarodes polonicus* (Margarodidae) ise, diğer bir Tekstil boya çeşidi olarak 19. yüzyılın ortalarına kadar yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Butler 2005).

Orta ve Kuzey Amerika'daki Aztekler ve Mayalar *Dactylopius coccus* (Hemiptera; Dactylopiidae)'dan elde ettikleri karmini boya maddesi olarak kullanmışlar ve altın ile kıyaslanabilecek kadar değerli ticari bir mal olarak muamele göstermişlerdir. Meksika yerlilerinin ise, bu kabuklu koşnili, topladıktan sonra ezerek elde ettikleri boyaları özellikle dokumacılıkta kullandıkları bilinmektedir.

15. yüzyılda, İspanyollar Meksika'yı işgal ettiğinde, yerli halkın dokumalarındaki parlak kırmızı renkler, dikkati çeken şeylerden biri olmuştur. Çünkü 1500'lere kadar Avrupa'da kırmızı pigment elde etmek oldukça zordu. En sık bulunan kırmızı boya, bitkilerden elde edilen bir kök boyaydı ve rengi tam kırmızı olmadığından fazla rağbet görmüyordu. Yine karmin'e benzer şekilde böceklerden elde edilen renkli boyalar da vardı ama bu böcekleri bulmak ve boya maddesini işlemek zahmetli bir işti. Bu yüzden, parlak kırmızı boyalar her zaman çok pahalı olmuşlardır. Bu nedenle kırmızı, uzun süre asaletin ve gücün simgesi olarak kullanılmıştır. Romalı Katolik Kardinallerin elbiseleri ile İngiliz askerlerinin ceketleri bu boya ile boyatılmış, Krallar bu boya ile boyanmış kırmızı pelerinlerle ressamalara portrelerini çizdirmişlerdir (Anonim 2014i).

İspanyol işgali altındaki Meksika'da, Cochineal böceğinden boya imal etmenin sırrı, Meksika yerlilerinden İspanyollara geçmiş. İspanyollar, dış görünüşünden böyle bir parlak kırmızı renk üreteceği anlaşılmayan bu böceğe ait sırrı epey uzun süre

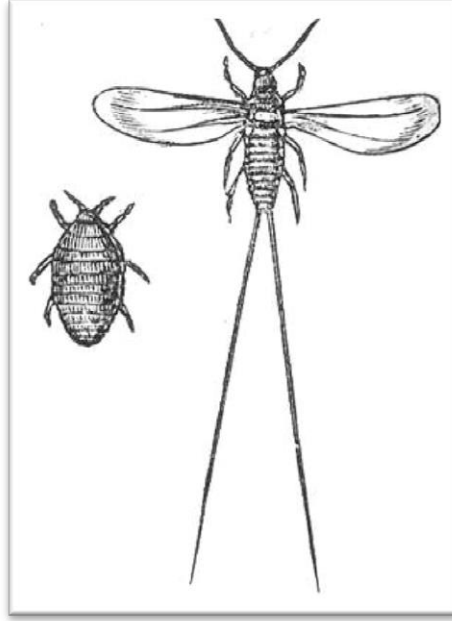
korumuşlar ve Avrupa'ya parlak kırmızı boya ihraç etmeye başlamışlardır. boya Avrupa'da daha çok popüler olunca, genel olarak kozmetik, tekstil ve az miktarda da gıdalarda kullanılmaya başlanmıştır. Cochineal böcekleri aynı zamanda, Londra ve Amsterdam Ticari Mal Değişirme Merkezlerinde düzenli olarak ticaret edilen ve fiyatı yüksek olan bir ürün olmuştur (Butler 2005).

19. yüzyılda sentetik boyaların imal edilmeye başlaması ile üretimi oldukça azalan karmin, sentetik boyaların pek çoğunun kanserojen olduğunun fark edilmesi üzerine son yıllarda tekrar popüler olmaya başlamış, başta gıda ve kozmetik endüstrisi olmak üzere pek çok sektör tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2. Boyar maddelerin yapımında kullanılan böcekler

Böcekler aleminde, kabuklu bitlerden özellikle Kermococcidae ve Dactylopiidae (Hemiptera) familyalarına bağlı türlerden dünyanın çeşitli bölgelerinde tekstil boyama sanayinde, kırmızı renk elde etmek için yararlanılmaktadır. Kırmızı boyarmaddeler içeren pek çok böcek türü arasında önem kazanmış olanlar; lak böceği (*Kerria lacca*), Amerikan koşnili (*Dactylopius coccus*), kermes (*Kermes vermilio* Planchon), ekin koşnili (*Porphyrophora tritici*) ve Polonya kermesi (*Porphyrophora polonica*)'dir. Ayrıca, meşe gallerinden elde edilen maddelerden zaman zaman mürekkep ve tanen elde edilir. Doğu Asya'da bölge bölge olmak üzere kabuklu bir bitten (*Ericerus pela*, Çin'de), (*Ceroplastes ceriferus*, Japonya'da) mum elde edilir (Sert 2003).

Dactylopiidae familyası türlerine boya koşnilleri adı verilmektedir. Ergin dişilerde vücudun genel görünüşü unlu bitlere benzer. Küçük boyda türleri kapsar ve kırmızı veya koyu kırmızı renklerde uzunca, oval, konveks vücut yapısına sahiptir. Bu familyanın en önemli türü olan *Dactylopius coccus* (Şekil 4.63) (eski adıyla *Coccus cacti*), Meksika, Bolivya, Şili, Kanarya Adaları ve Peru'da *Opuntia* cinsi kaktüsler üzerinde yaşamaktadır. Bitkiler üzerinden fırçalar yardımı ile toplanarak kurutulur ve çoğunlukla, boya sanayiinde ham madde olarak kullanılırlar (Anonim 2014i).



Şekil 4.63. *Dactylopius coccus* Dişi (Sol) ve Erkek (Sağ) (Anonim 2014j)

Üretimde geleneksel ve kontrollü olmak üzere iki metod kullanılmaktadır.

Geleneksel metod; hâlihazırda üzerinde böcek kolonileri bulunan kaktüsler ekilmekte ya da kaktüsler üzerine böcekler bırakılmakta ve elle hasat yapılmaktadır.

Kontrollü metod; Zapotec yuvası adı verilen ve içerisinde ergin dişi böcekler olan küçük kutucuklar kaktüs üzerine asılarak böceklerin kendileri için en uygun yere yerleşip gelecek olan erkek böcek ile eşleşmesi sağlanmaktadır.

Boya elde etmek için yaklaşık doksan günlük böcekler toplanmakta ve boya, dişi böceklerden ekstrakte edilmektedir. Bu boya kırmızının birçok tonunun eldesinde kullanılmaktadır. Bu ekstraktın rengi karminik asitten gelir ve ekstrakt yaklaşık olarak %19-22 civarında doğal karminik asit içerir. Boya elde edilecek böcekler, ya sıcak su içerisine batırılarak, ya güneş ışığında bırakılarak ya da fırın içerisinde kurutularak dürülür. Suyu batırma tekniği kullanıldığında gri Cochineal elde edilirken, sıcaklık uygulaması sonucunda ise siyah Cochineal elde edilir. Böceklerin bozulmadan saklanabilmesi için normal vücut ağırlıklarının %30'una kadar kurutulmaları

gerekmektedir. 1 kg koşineal elde edebilmek için 155,000 adet böcek kullanılmaktadır. Cochineal boyasının iki önemli şekli vardır. Bunlar; Kochineal özü (E120 (ii)) ve karmin (E120 (i))'dir. Kochineal özü, yaklaşık %20'si karminik asit olan, böceklerin ham iken kurutulup ve toz haline getirilmiş vücut kısmından elde edilen bir boyadır. Karmin ise daha da saflaştırılmış bir boyadır (Anonim 2014i).

Kermes böceği *Kermococcus Vermilio planchon*, (Kermesidae) (Şekil 4.64), *Quercus robur* (yaz meşesi) türlerinde parazit olarak yaşar. Oval şeklinde olan böceğin bacakları ve gözleri yoktur. Kırmızı renk isminin kermes böceğinden gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Böceğin kurutulmasından boya elde edilir. Kermes yüzyıllar boyu yün ve ipeği parlak kırmızı renge boyamak için kullanılmıştır (Karadağ 2007). Şekil 4.64 Yüzyıla ait kermes ile boyanmış bir tekstil görülmektedir.



Şekil 4.64. *Vermilio planchon* ve Kermes ile boyanmış tekstil (Anonim 2015d)

Ceroplastes rusci (Şekil 4.65) (Hemiptera; Coccidae) İncir kanlı basra veya incir koşnili olarak bilinir. Ergin dişi açık kırmızımsı veya kirli morumsu renktedir. Vücut oval, konveks şekilde olup, vücudun üzeri pembemsi beyaz renkte bir mum tabakası ile örtülüdür. Akdeniz çevresi ile Orta Doğu ülkelerinin hemen hepsinde yaygın halde bulunurken, İran, Libya ve İsrail’de incir ağaçlarında ciddi zararlara sebep olmaktadır. Literatürde *C. rusci*’nin boya olarak kullanılabilirliği üzerine bir çalışmaya rastlanmamıştır. Elle dokunulduğunda kırmızı renk vermesi ve rengin kolaylıkla çıkmaması nedeniyle boya olarak kullanılabilmesi öngörülerek, yapılan bir çalışmada,

antik dönemlerde kullanılan boya çıkarma yöntemleri ile *C. rusci* dişilerinden elde edilen boya maddesinin sentetik madde kullanmadan %100 boya olarak kullanılabilirliği araştırılmış, üretilen boya maddesi tekstil Kumaş Renk Kartelası'na göre "Pantone 19-1760 Scarlet TC" rengi adını aldığı ve bu boyanın organik tekstil ürünlerinin boyanmasında kullanılabileceği belirtilmiştir (Çakalgöz ve Eltez 2014).



Şekil 4.65. *Ceroplastes rusci* (Dişi) (Anonim 2014k)

Ekin koşnili (Şekil 4.66) (*Porphyrophora tritici*), buğday bitkisinin köklerinde parazit olarak yaşayan bir böcektir. Bundan dolayı bu isimle adlandırılır. 20. yüzyılın ortalarına kadar buğday ekinlerine ciddi şekilde zarar verdikleri için zirai bir ilaç olan DDT kullanarak ortadan kaldırılmıştır. Bu böceğin geçmişte ülkemizde boyamacılıkta kullanılıp kullanılmadığı bilinmemektedir ama Orta Anadolu bölgesinde endemik olarak yaşamaktadır. Böcek bazı ziraat enstitülerinin koleksiyonlarında çok az da olsa saklanmaktadır. Ekin koşninin geçmişte kullanıldığına dair en önemli bulgular 2-3. yüzyıla ait Palmira tekstillerinin (Şekil 4.66), kırmızı renkli olanların boyarmadde analizleridir. Bu böceklerin kurutulup öğütülmesiyle elde edilen boyalar geçmişte doğal boyar madde olarak kullanılmıştır (Karadağ 2007).



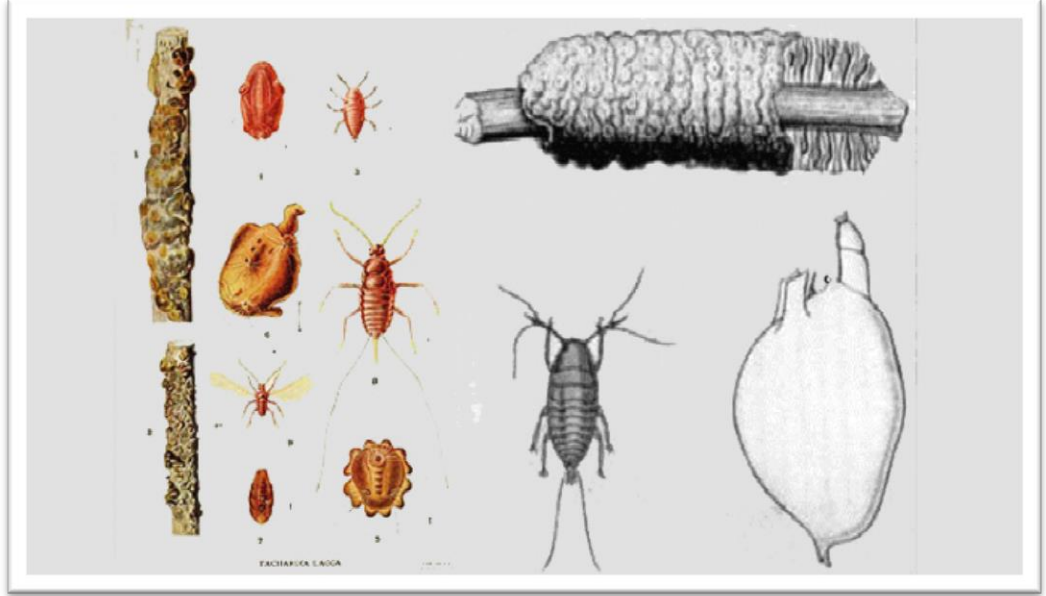
Şekil 4.66. *P. tritici* ve Koşnil ile boyanmış Roma Tekstili (Karadağ 2007)

Sonuç olarak; Tekstil ürünleri insan bedeniyle en çok ilişkide olan ürün grubudur. Kıyafetlerimizin üzerindeki boya artıkları ve kimyasallar, ter ve solunum yoluyla vücudumuza nüfus etmekte ve sağlığımızı en az gıda maddelerindeki kimyasallar kadar etkilemektedir. Yapılan bazı araştırmalara göre, kimyasalların bir kısmı alerjilere neden olduğu ve kanser riski taşıdığı ortaya konulmuştur. Bu nedenle, organik boyar maddeler için arge çalışmalarına daha fazla ağırlık verilmeli ve elde edilecek yeni organik boyar maddelerin çeşitli testlerden geçirildikten sonra kullanılması tavsiye edilmelidir.

4.2.9.b. Mobilya cilası yapımında kullanılan böcekler

Hayvansal kökenli tek reçine olan gomalak, Hindistan ve Tayland'da yaşayan lak böceğinin (*Laccifer lacca*, *Coccus lacca*, *Tachardia tacca*) (Şekil 4.67) dişilerinin o bölgeye özgü Palas, Fikus ve Kursum ağaçlarının dal ve gövdelerinde biriktirdikleri atıklardan rafine edilir. Elma çekirdeği boyunda, kırmızı renkli bu mucizevî böcek, yaşadığı ağacın dallarını delerek özsuyunu emer ve bunu salgıladığı salgıyla karıştırıp larvalarını ve kendini saracak şekilde dışkılar. Zamanla sertleşerek ağacın dallarını saran 3-8 mm kalınlığında bir tabaka oluşur. Oluşan bu tabakanın ve mamul hale gelmiş gomalağın rengi, özsuyunu emdiği ağaca göre değişir. En iyi ürün ince dallar üzerinde biriken lakın haziran ve kasım ayları arasında toplanması ile sağlanır. Ağaç dalları kesilerek hasat edilir. Dalların kabuklarından kazınarak toplanan ham gomalak, çok uzun çorap şeklindeki “kanvas” bezlere konularak ısı işlemine tabi tutulur. Yumuşak ve

akışkan hale gelen gomalak torbalardan süzülerek dışarı akarken kabuklardan ve böcek kalıntılarından arındırılmış olur. Kalın, yapışkan gomalak düz bir levhaya ince tabakalar halinde yayılır ve kurumaya bırakılır. Sonra kazınarak pul pul dökülen bir formda kullanıma sunulur (Anonim 2003).



Şekil 4.67. Lak böcekleri (Anonim 2013g)

Farsça ve Hintçe de yüz bin anlamına gelen lak, üretimi için gereken böcek sayısının çokluğunu (1 kg gomalak yaklaşık 200.000 böcekten elde edilir) da ifade eden bir sözcüktür. İtalyanca gommalacca, Fransızca gommelaque ve yaygın adıyla İngilizce shellac, Almanca schellack kelimelerinden dilimize gomalak ve şellâk (Şekil 4.68) olarak geçmiştir. Gomme, gum sözcükleri, lastik, sakız, zamk anlamına gelir. Genellikle endüstride kullanılırsa şellâk, ahşap malzemeleri cilalamak için kullanılırsa gomalak denir (Anonim 2003).



Şekil 4.68. Gomalak ve Şellâk (Anonim 2013g)

1. Gomalağın altın çağı

Gomalak, ilk dönemlerde Çin ve Hint uygarlıklarında, ipek ve deri boyama ile kozmetik allık olarak, başlıkların süslenmesinde kullanılmıştır. 3000 yıl önceki kayıtlarda gomalaktan bahsedilmektedir. Eski Hint destanı Mahabharata’da bir sarayın bütün dış cephesinin kurutulmuş gomalakla kaplandığı yazılıdır. Yüzyıllar boyunca Asya kıtasında boya maddesi, yalıtım malzemesi ve süslemelerde yapıştırıcı olarak kullanılıp, ticareti yapılmıştır. 13. yüzyıl sonlarında Marco Polo’nun doğu yolculuğu ardından gomalak ve yan ürünleri Avrupa ticaret ve sanayiinde hızla yer almaya başlamıştır. 17. yüzyılın ortalarında ressamlarca boya ve koruyucu olarak bolca kullanılmış, yine bu dönemden sonra mobilyalarda, tahta oymacılık işlerinde cila ve koruyucu olarak (Şekil 4.69) kullanılmıştır. 1830 yılında kimyagerlerin klor kullanarak gomalağı neredeyse tamamen şeffaf hale getirmesiyle de gomalak altın çağını yaşamaya başlamıştır. Ahşap aksamli enstrümanların (keman, gitar, ud, piyano) cilalanmasında gomalak vazgeçilmez olmuştur. El yapımı enstrümanlarda halen çok tercih edilmektedir (Şekil 4.70) ve ‘French polish’ olarak bilinir (Anonim 2011).



Şekil 4.69. Gomalak cila (Anonim 2013g)



Şekil 4.70. Gomalak cila yapılan bir ud (Anonim 2013g)

Türkler ipek ve baharat yolları nedeniyle gomalakla Avrupa'dan önce tanışmış, tutkal, yalıtım malzemesi ve boya olarak kullanmışlardır. Gomalak kullanımı, göçebe yaşayan

Türk kavimlerinde ahşap malzemelerin çok tercih edilmeyişi nedeniyle Selçuklular'dan itibaren başlamıştır. Sandıkların korunması ve cilalanması, cami kapıları ve pervazlarının korunması, mobilya olarak evlerde ve hanlarda kullanılan yüklük kapılarının cilalanması, gomalakla yapılmaya başlanmıştır (Şehsuvaroğlu 1960).

15. yüzyıl da Edirne ve İstanbul'da yapılan kalem kutuları, çekmeceler, sandıklar, kavukluklar son işlem olarak gomalakla cilalanırdı. Gomalaklar, sedef, telkârî, kök boyalar ve varakları sabitleyip, ahşap aksamı korurdu. Bu ürünlere “Edirnekârî”, gomalakla kaplanmasına da “lâke işleri” denilirdi. Edirnekârî Türk Sanat tarihinin önemli unsurlarından olmuş, ilk kez Edirne’de yoğun olarak uygulanıp İstanbul, Bursa, Diyarbakır, Erzurum gibi Anadolu kentlerine yayılmıştır. Halen bu sanat dalının sayılı örnekleri, yapıldığı dönemdeki gomalaklarıyla saklanmaktadır (Kökrek 2013).

Osmanlı saraylarında yer döşekleri ve yer sofraları 1800'lere kadar kullanılmıştır. Bu dönemden sonra saraylar Avrupa'nın en değerli mobilyalarıyla tefriş edilirken, Osmanlı mobilya ustaları da hem saraylara hem de zenginlerin köşklerine mobilya yapmaya başlamışlardır. Bu dönemde mobilyaların cilalanması gomalakla yapılmış, ustalar gomalak sanatının en ince örneklerini vermişlerdir (İrez 1988).

2. Gomalağın kullanım alanları

Gomalak, Avrupa'da mobilya cilalamada çeşitli koyuluk seçenekleriyle yaygınlaşmasının ardından Amerika'da ahşap çatıların alınlarında ve döşeme parkelerde yoğun olarak kullanılmıştır ve sanayi ve teknolojinin yükselmesi ile gomalağın kullanım alanı da genişlemiştir. Çoğumuzun bilmediği ve duyduğunda şaşkınlıkla karşılayacağı pek çok alanda gomalak kullanılmıştır. Bu alanlar kabaca şunlardır;

- 1-Kolayca sindirilebilirliği ile doku yenileyici ilaç olarak, menstrüel kanamalarda;
- 2-Bağırsakta çözünen tabletlerin (enterik) kaplanmasında (Birkaç ilaçta hala kullanılmakla birlikte yerini “ metakrilik asit” türevlerine bırakmıştır);
- 3-Veteriner tıp'da, sığır ve atların tırnaklarında dolgu maddesi olarak;

- 4-Diş hekimliğinde kalıp çıkarmak ve diş yerleştirmede sabitleyici olarak;
- 5-Mühür mumu yapımında;
- 6-Mürekkep (Hindistan mürekkebi) olarak;
- 7-Saç spreyi, maskara, tırnak cilası yapımında hammadde olarak kozmetik sanayinde;
- 8-Şekerlemelerin ve bazı tatlı türlerinin kaplanması, şekillendirilmesi, parlak görünmesi ve bozulmaması için kaplama amacıyla (Gıda kodeksindeki kodu E904);
- 9-Turuncgillerin raf ömrünü uzatmak için kaplama olarak;
- 10-Mükemmel bir yalıtım maddesi olduğu için hem nem ve hava yalıtımında, hem de elektrik (Bobin, regülâtör, transformatör ve ampuller) yalıtımında;
- 11-Contaların yüzeylerine sürülerek yalıtım materyali ve yapıştırıcı olarak;
- 12-Şapka ve ayakkabı üretiminde su yalıtımı ve kullanım ömrünü uzatmak amacıyla;
- 13-Saat, saksafon gibi metal eşyaların bağlantıları ile dolma kalemelerin yalıtımında;
- 14-Fonograf kovanları ve taş plaklarda hammadde olarak (Anonim 2013g).

Sentetik vernikler icat edilmeden önce ahşap ürünler gomalak'la boyanırdı. Hani ninemizin sandığında ya da camekânlı gümüşlüğünde, dedemizin lambalı radyosunda gördüğümüz sarı-kahverengi arası tonlarda parlayan ahşap süs eşyaları, gomalak sayesinde olmaktaydı. Dünyada bilinen adıyla şellâk ya da gomalak farkına varmadan günlük hayatımıza girmiş ve yine sessiz sedasız çıkıp gitmiştir. Bu şaşırtıcı serüvenden geriye, sadece antika tamiri yapan birkaç usta ve yenilenmeye muhtaç gomalak cilalı ahşap antikalar kalmıştır. Bugün gomalak, el yapımı enstrüman yapan ustaların dışında sadece eskiye meraklı insanların sahip çıktığı ceviz, meşe, akçaağaç kullanılarak yapılan eski mobilyaların tamiri ve yenilenmesinde kullanılmaktadır (Emiroğlu 2011).

Sonuç olarak; böcekler mobilya cilası olarak dün olduğu gibi bugünde kullanılmaktadır. Normalde cila kimyasal bileşenlerden oluşmaktadır. Buda insanların sağlığını kötü yönde etkileyebilmektedir. Böceklerden elde edilen cila doğal olduğu için herhangi bir zararı yoktur. Bu yüzden özellikle çocuklu aileler için çok daha iyi bir tercih nedenidir. Gomalak kullanım alanları güncellenerek hayatımıza tekrar katılabilir.

4.2.9.c. Gıdaların renklendirilmesinde kullanılan böcekler

Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu, renklendiricileri; gıdanın rengini düzenleyen veya renk vermek amacıyla katılan madde olarak tanımlamaktadır. Günümüzde uygulanan gıda işleme tekniklerinin, gıdaların görünüş özellikleri üzerinde meydana getirdikleri olumsuz etkilerden dolayı, gıdaların teknolojik nedenlerle renklendirilmesi gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Renk gıdaların duyuşal özellikleri yönünden ele alındığında, tüketici tercihi açısından, gıdanın çekiciliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Bir gıda ile ilgili ilk izlenim görseldir ve gıdanın tercih edilmesi onun renginin kabul veya reddedilmesine bağlıdır. Gıda üreticileri, gıda işleme sırasında ortaya çıkan renk farklılıklarını ve kayıplarını karşılayarak gıdanın orijinal rengini koruma, ürünün renk tekdüzeliğini sağlama, çekiciliğini artırma, geliştirilmiş bir formülasyona bağlı olarak üretilen renksiz veya az renkli gıdalara renk kazandırma gibi amaçlarla yapay ve doğal renklendirici katkı maddelerini ürünlerinde kullanma yoluna gitmektedirler. Yapay renklendiricilerin tüketicilerde meydana getirdikleri sağlık problemleri nedeniyle doğal renklendiricilere olan talep her geçen gün artmaktadır.

Gıda katkı maddelerinin önemli bir grubunu oluşturan renk maddeleri günümüzde ayrı ve özel bir yere sahiptir. Tekstil ve kozmetik sanayiinde yaygın olarak kullanılan karmin, doğal gıda renklendiricisi olarak da uygulama alanı bulan şimdilik tek böcek pigmentidir. Türk Gıda Kodeksi Gıdalarda Kullanılan Renklendiriciler Tebliği'nde, Cochineal, Karminik asit ve Karminler E120 Kodu ile İzin Verilen Gıda Renklendiricileri olarak yer almaktadır (Anonim 2014 l).

Gıda renklendiricisi olarak kullanılan Cochineal böcekleri, genellikle kahverengi ve kırmızı arası renklerin elde edildiği böcek grubudur. Bu kabuklu koşnillerden elde edilen karmin, zamanla bozulmaya karşı dayanıklı, doğal ve suda çözünebilir ve ışıığa ve ısıya karşı oldukça stabil olup, bütün doğal boya maddeleri içerisinde oksidasyona en dayanıklı renklendiricidir. Karmin, doğal olduğu için yan etkileri çok azdır, toksik veya kanserojen değildir. Etleri, sosları, kırmızı deniz ve işlenmiş kanatlı ürünleri de içine alan geniş bir gıda ürünü yelpazesinde kullanılan karmin, soslar ve işlenmiş kümes

hayvanı gibi et ürünlerinde, meyve preparatlarında, reçel ve marmelatlarında, koruyucularda, jelatinli tatlılarda, kek, bisküvi, pasta ve fırın ürünlerinde, dondurmalarda, kolalarda, elma şaraplarında, maraska kirazında, şekerlemelerde, süt ürünlerinde, sakızlarda, öksürük pastilleri ve çeşitli haplarda doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır. Kozmetiklerde ise saç ve cilt bakım ürünlerinde, rujlarda, yüz pudralarında, allıklarda kullanılmaktadır (Anonim 2014 l).

4.2.10. Hastalıkların tedavisi ve ilaç yapımında böcekler

4.2.10.a. Apiterapi

Apiterapi; bal, polen, arısütü, arı zehiri, balmumu, propolis, arı ekmeği gibi temel ürünleri kullanarak, insan sağlığı için bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve kimi hastalıkların tedavisinde kullanılması olarak tanımlanmaktadır.

Apiterapik ürünler, genel bağışıklık sistemini kuvvetlendirme, erken yaşlanmayı geciktirme, kalp hastalıkları, kanser, katarakt, alzheimer, solunum sistemi ile mide bağırsak ülserlerinin oluşumunu engelleyebilme özelliğine sahiptir.

Apiterapik ürünler, hastalık oluşturan pek çok bakteri ve mantarların yok edilmesinde ve hijyen oluşturmada önemlidir. Bu yüzden enfeksiyonların tedavi edilmesinde de kullanılırlar. Özellikle solunum yolu hastalıklarına, mide ve yemek borusunda gastrit, reflü ve ülserler oluşmasına neden olan bakterilerin tedavisinde ve ayrıca ağız ve diş sağlığının korunmasında etkilidirler. Yara ve yanıkların iyileşmesine iyi gelmesinin yanı sıra, ağrı kesici etkiye de sahiptir (Anonim 2015 f).

Arı Zehiri ve Apiterapi

Arı zehiri tedavisi, balarılarından elde edilen zehir (Şekil 4.71) ile yapılan bir bioterapik tedavi yöntemidir. Farmokolojik olarak; kan dolaşımını artırıcı, bakteri

öldürücü, radyasyona karşı koruyucu, tansiyon düşürücü etkileri ve bağışıklık sistemini aktive edici etkilere sahip olması nedeniyle tıpta kullanımı her geçen gün artmaktadır.



Şekil 4.71. Arı zehiri (Anonim 2015 f)

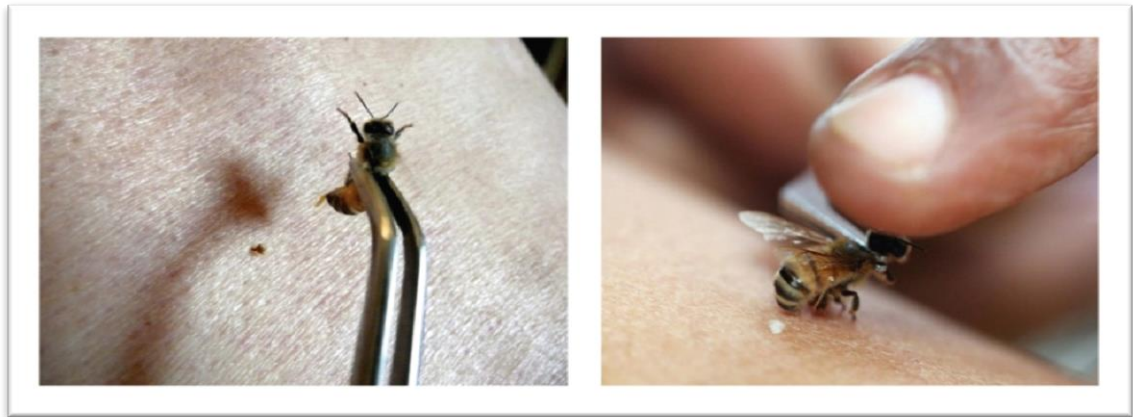
Arı zehiri, çok eski çağlardan beri tedavide kullanılagelmiş ve günümüzde de dünyanın birçok ülkesinde tedavide kullanılmaya devam edilmektedir. Tedavide ilk defa arı zehirini kullanan hekimin Hipokrat (MÖ 460-370) olduğu bilinmektedir. MS 129-200 döneminde apiterapinin birçok hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Terc 1904).

1800’lü yılların sonuna doğru batı dünyasında arı zehiri ile ilgili ilk bilimsel çalışmalar yayınlanmaya başlamıştır. Fransız hekim Dr. Desjardins (1859) ilk defa romatizmal hastalıklar ve cilt kanseri üzerinde arı zehirinin etkilerini araştıran makalesini “Abeille Medical” adlı dergide yayınlamıştır. 1904 yılında Avusturyalı hekim Dr. Philip Terc romatizmal hastalıklar konusunda yaptığı 25 yıl süren araştırmalarını yayınlamıştır. Bu çalışmalarda ilk defa sistematik olarak arı zehiri tedavisi uygulamaları anlatılmıştır. 2003 yılında Amerikalı doktor Christopher Kim standardize edilmiş enjekte edilebilen arı zehiri patentini almıştır. Bu ürün Apitoxion marka adıyla Güney Kore’de üretilip

birçok ülkede pazarlanmaktadır. Yapılan klinik ve deneysel çalışmalarda arı zehirinin bazı hastalıklarında tedavisinde etkili olabileceği görülmüştür. Özellikle romatizmal hastalıklar ve artritler gibi kronik ağrılı hastalıkların tedavisinde faydalı olduğunu gösteren çalışmalar vardır. Bu hastalıklarda arı zehiri inflamasyonu azaltma ve bağ dokusundaki tahribatı önlemede faydalıdır. Migren, periferik nörit ve kronik bel-sırt ağrılarına sebep olan sinir basıları gibi nörolojik kaynaklı ağrılarının tedavisinde de arı zehirinin faydalı olabileceği gösterilmiştir. Multiple skleroz ve lupus gibi otoimmün hastalıklarda arı zehirinin vücudun normal savunma sistemini güçlendirdiği ve dengelediği, bu şekilde de eklemlerde mobilitayı artırdığı bilinmektedir. Egzama, sedef gibi cilt hastalıklarına ilaveten herpes gibi bazı virüs hastalıklarında da arı zehiri tedavide kullanılmaktadır (Grassberger 2013).

Apiterapi’de, arı zehirinin toplanarak kullanımı yerine, ergin işçi arıların doğrudan hastayı iğnelemesi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde; arılar kovan önünden, kuluçkalık veya ballık bölümünden açılan küçük bir delikten kavanozla toplanabilirler. Toplanan 10-100 adet işçi arı, yaklaşık iki hafta şeker şurubu ile beslenir ve hasta üzerinde günlük sokma işleminde kullanılır (Şekil 4.72).

Romatizma kökenli eklem, kas ve sinir hastalıklarında ise, balırsının zehiri pomat şeklinde hasta yerin üzerine sürülür.



Şekil 4.72. Doğrudan hastayı iğneleme yöntemi (Anonim 2013i)

Multiple sklerosis hastalığı, bugün dünyada tıp otoritelerince tedavi edilemez hastalıklar arasında gösterilmektedir. Arı zehiri ile 1500 MS hastası üzerinde yapılan ve 6 ay süren bir çalışmada tedaviye alınan 4 değişik grupta %30-86 arasında bir başarı elde edilmiştir. Bu sonuç MS için gelecekte umut vericidir. Arı zehirinin etkili olduğu kabul edilen eklem iltihabı ve romatizma rahatsızlıklarından başka epilepsi (sara), migren, sinüzit, bazı kanser türleri, damar tıkanıklıkları, astım ve AIDS'te kullanılmakta ve başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Çağın vebası olarak nitelendirilen AIDS üzerinde yapılan çalışmada arı zehirinin HIV virüsünün bağışıklık sistemini çöktürücü etkisini kişinin bağışıklık sistemini güçlendirerek önce yavaşlattığı sonra da gelişimini durdurduğu ortaya konulmuştur (Tolon 2002).

Bazı ülkelerde arı zehiri tedavisi resmi otoriteler tarafından bir tedavi metodu olarak onaylanmış olmasına rağmen henüz FDA tarafından onaylanmamıştır.

Propolis ve Apiterapi

Çok eski çağlarda ilk kez Yunanlılar tarafından keşfedilerek doğal bir antibiyotik olarak kullanılan Propolis, Mısır Uygarlığında ölümlerin mumyalanmasında kullanılmıştır. Hipokrat propolisin deri ülserlerinin ve sindirim sisteminin tedavisinde kullanıldığını söylemiştir. Anadolu'da da geleneksel olarak insanlarda ve çiftlik hayvanlarında ayak ve deri problemlerinde, yaraların iyileştirilmesinde, çibanlarda kullanıldığı bildirilmektedir (Anonim 2015 f). Propolis, sağlık için vücut yoluyla alınması gereken 22 besini bünyesinde taşımaktadır. Yaşadığımız yüzyılda bu değerli ürünün antibakteriyel, antifungal, antiviral özellikleri yanında antiinflamatuvar, antiülser, lokal anestezik, antitümör, bağışıklık uyarıcı gibi biyolojik aktivite özelliği göstermesi; tıp, beslenme ve biyokozmetik alanında kullanımını yaygınlaştırmıştır. Propolisin insanlar üzerinde olumlu etkisini gösterdiği hastalıklar; beriberi, deri ülseri, ağız yaraları, diş ağrısı, burun iltihabı, mide ülseri, böbrek bozuklukları, iyi huylu tümör, kist, damar sertliği, diabet, kemik erimesi, kırıkların kaynaması, sedef, sinir ucu iltihabı, sivilce, egzama, vajinal ve rahim iltihaplanması, şeker hastalığı, nefes darlığı, çeşitli yaralar, cilt kanseri, menopoz dönemi kemik erimesi, astım, bronşit, romatizmal ağrılar, tüberküloz,

mikrobik rahatsızlıklar, parkinson, hemeroid, akciğer kanseri, grip, gastrit, oniki parmak ülseri, orta kulak iltihabı, baş ağrısı, güneş yanıklığı olarak sıralanabilir.

Propolisin oldukça güçlü bir anestezik özelliği vardır ki kokainden 10 kat daha güçlü olduğu kabul edilir. Bu nedenle Rusya'da uzun zamandır diş hekimliğinde anestezik olarak önerildiği ve kullanıldığı bilinmektedir. Propolisin bazı kanser türlerinde kullanımı yapısındaki cynamic asit ve terpenoidlerin sitotoksik activitesi ile ilgilidir. Bu yönüyle propolis, bağırsak, böbrek, meme ve burun kanserinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Uruguay menşeli propolisle yapılan bir çalışmada meme kanserini yavaşlattığının bulunması bu yargıyı güçlendirmektedir (Novatny *et al.* 1999).

Propolisin en yaygın olduğu ülke Brezilya olmakla beraber, bu madde, Uruguay, Çin, Tayland, Avustralya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde de önemli miktarlarda üretilmektedir. Yıllık üretim miktarı ile ilgili net rakamlar bilinmemekle beraber, Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 20,000 kg satışının yapıldığı tahmin edilmektedir. Ticarî olarak tablet, toz, konsantre sıvı ve sakız formları mevcuttur (Şekil 4.73). Amerika'da yaklaşık 50 mg'lık kapsüller şeklinde satılmakta olan propolis, Japonya'da pastil, tablet, krem ve solüsyon gibi değişik şekillerde hastalıkların tedavisi ve genel vücut direncinin korunması ve artırılması amacıyla tüketilmektedir (Sönmez 2004).

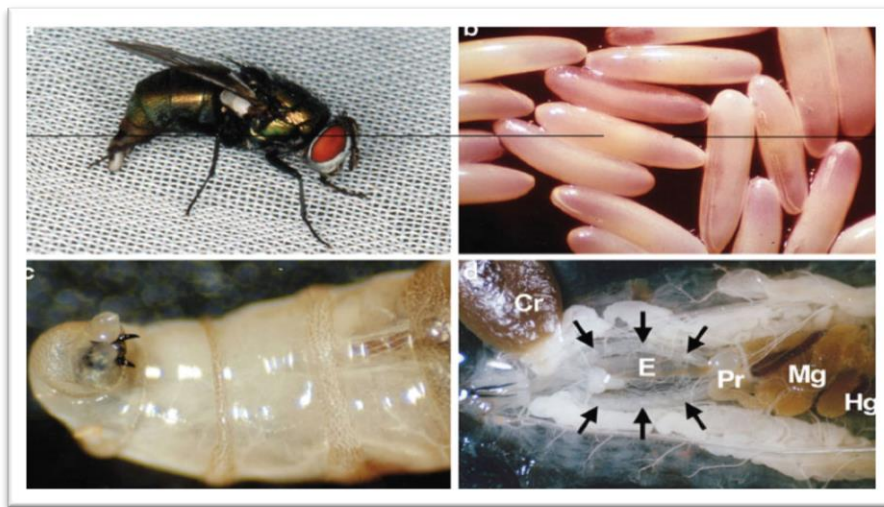


Şekil 4.73. Eczanelerde satılan bir propolis (Anonim 2010a)

Arı ürünlerinin uzun ve sağlıklı bir yaşam için sahip olduğu imkânların çok küçük bir bölümünün farkındayız. Her yıl önemli miktarda arı sütü, polen, propolis, arı zehri gibi milli servet niteliğindeki arı ürünleri, yeterince değerlendirilmediği için heba olmaktadır. Oysa bugün dünyada uzun ve sağlıklı yaşama isteği çığ gibi büyümekte, doğaya ve doğal ürünlere olan ilgi katlanarak artmaktadır. Doğal ürünlerin tüketimi çok büyük bir hızla yaygınlaşırken, Çin'den-Avrupa'ya birçok ülkede birbiri ardına APİTERAPİ merkezleri açılmaktadır. Pek çok bitki ve balarısı cinsinin bulunduğu cennet ülkemizde ise, polen, arı sütü, propolis, arı zehri, balmumu vb. arı ürünleri potansiyelimizi, yeterince kullanamamaktayız. Son dönemlerde birbiri ardına açılan apiterapi merkezleri yetersiz olsa da ilerisi için umut vermektedir.

4.2.10.b. Maggot tedavisi

Maggot tedavisi, enfekteli yaranın canlı sinek larvaları ile tedavi edilmesine denir. Larva tedavisi, debridman tedavisi veya biocerrahi olarak da adlandırılan maggot tedavisinin popülerliği bütün dünyada hızla yayılmaktadır. Bu tedavide enfekte yara dokusu üzerinde bırakılan larvalar nekrotik dokuyu çok iyi bir şekilde temizler ve debride eder. Uygulaması son derece kolay ve sonuç mükemmel derecede iyidir. Antibiyotik rezistansı gelişmiş olan vakalarda çok düşük maliyetle ve hastaya da ağrı vermeden uygulanabilen bir yara temizleme operasyonudur. Bu tedavide enfekte yara üzerine bırakılan sinek larvalarının salgılamış olduğu enzimler nekrotik dokuyu eriterek larvaların beslenebileceği bir besine dönüştürür ve larvalarda sıvı hale gelmiş olan bu nekrotik doku artıkları ile beslenir. Tedavi sonrasında temiz bir doku ortaya çıkar. Bu temizlenmiş dokunun iyileşme potansiyeli ve uygulanacak ilaçlara cevap verme oranı çok daha iyidir. Daha çok, yarası olan diyabetik hastalarda ve hiçbir antibiyotiğe cevap vermeyen yaralarda kullanılan bu larvalar, yaraların kısa zamanda iyileşmelerini sağladıkları gibi, cerrahi müdahale sırasında nekrozlu dokuların alınması aşamasında sağlıklı dokuya verilecek olan zararları da önlemiş olmaktadır. Tedavide kullanılan sinek türü dilimizde et sineği veya gök sinek denilen *Lucilia sericata*'dır (Şekil 4.74).



Şekil 4.74. *Lucilia sericata* a) larva bırakan dişi sinek; b) yumurtalar; c) olgun larvanın ağız kısmı; d) deseksiyon yapılmış larva ağız kısmında tükrük bezleri (oklar) (Grassberger et al. 2013)

Maggot tedavisinin etkisini ilk defa 1861-1865 yılları arasında yapılan Amerikan Sivil Savaşı sırasında, yaraları kurtlanan askerlerin yaralarının daha çabuk iyileştiğini fark eden ordu cerrahı J.F. Zacharias tarafından fark edilmiş ve rapor edilmiştir. Zacharias askerlerin yaralarına sineklerin konup, larva bırakmalarını kolaylaştırmıştır (Fleischmann *et al.* 2004). Sonraki yıllarda Johns Hopkins Hospital’da, ortopedik cerrah olan W. S. Baer, sinek larvalarını iyileşmeyen yaralara uygulamış ve bu konuda yayınlar yapmıştır (Baer 1931). PubMed’de yapılan taramada maggot tedavisi konusunda literatürde 4845 yayının olduğu görülmektedir. PubMed’de listelenmeyen dergileri de göz önünde alacak olursak maggot tedavisinin, bilim dünyasında yoğun olarak üzerinde çalışılan konulardan biri olduğu sonucuna varabiliriz.

4.2.10.c. İlaç yapımında kullanılan böcekler

Birçok böcek eskiden beri ilaç olarak kullanılmıştır. Son zamanlarda bunların yerini sentetik ilaçlar almakla birlikte, örneğin; *Lytta vesicatoria* (İspanyol sineği) ve diğer Meloidae ve Cantharidae (Coleoptera) türleri, içerdikleri kantirin maddesinden dolayı, hâlâ eşeysel duyguları artırıcı (afrodiziyak), yakı, romatizmaları önleyici ve bazı sinirsel bozuklukları düzenleyici ilaç olarak kullanılmaktadırlar (Anonim 2014d).

Hemiptera takımında bulunan kermes böceği boya ve pigment olarak kullanılmasının dışında, ilaç olarak da kullanılmıştır. Ünlü Arap Hekim Abu ben-Masouiach (ölümü 857) kermesi kalp uyarıcı bir ilaç olarak övmüştür ve Kermesin 18. yüzyıla kadar kalp ilacı olarak kullanımı devam etmiştir. Bu nedenle birçok ülke kermes yetiştirmek için kermes meşesi olarak bilinen bitkileri ithal etmişlerdir. Ayrıca, kermes kanlanmış gözün tedavisinde de kullanılmıştır (Karadağ 2007).

Günümüzde, Dactylopiidae familyasında bulunan Cochineal böceklerden elde edilen karmin, boyama sanayiinde kullanılmasının yanı sıra, ilaç sanayiinde de halen daha ilaçların renklendirilmesinde kullanılmaktadır.

Hindistan ve Tayland'da yaşayan lak böceğinin (*Laccifer lacca*) dişileri, Kolayca sindirilebilmesi ve doku yenileyici özelliğinden dolayı menstrüel kanamalarda ilaç olarak kullanılmaktadır. Lak böcekleri, bağırsaklarda çözünen tabletlerin kaplanması için halen daha Birkaç ilaçta kullanılmakla birlikte yerini metakrilik asit türevlerine bırakmıştır. Veteriner tıpta sığır ve atların tırnaklarında oluşan doku kayıplarında dolgu maddesi olarak kullanılan bu böcekler, diş hekimliğinde kalıp çıkarmak ve diş yerleştirmede sabitleyici olarak da kullanılmaktadır (Anonim 2013g).

Bok böceklerinin halk hekimliğinde kullanımı başta Çin olmak üzere Asya'da halen daha yaygındır. Bristowe (1932), *Helicopriss* türlerinin (*Scarabaeinae*), Laos'ta, ishal ve dizanteriye karşı ilaç olarak kullanıldığını rapor etmiştir. Fırında kızartılmış, ezilmiş böceklerle, biraz toz kireç (kalsiyum) ve safran, içilecek olan suya eklenmiştir. Karışımın kalsiyum karbonat bileşimi, düzeni bozulmuş mideye yararlı olmuştur. Ancak, bok böceklerinin, tenyaların, bağırsak solucanlarının ve hastalık yapan bakterilerin ara konağı olduğu dikkate alınırsa, Parazitlerin ve mikropların tüm safhalarını etkisiz hale getirecek yeterli derecede yüksek sıcaklıkta fırında kızartmanın yapıp yapılmadığı bilinmemektedir (Ratcliffe 2006).

Xu *et al.* (2003), Çin'de, *Catharsius molossus*'un bağırsağından *Escherichia coli* O157:H7 soyunu elde ettiklerini açıklamış ve aynı bölgeden 383 ishal hastasının dışkı örneklerinden, aynı soyun izole edildiğini belirtmiştir. En önemlisi, kromozom DNA sınır parçalarının atımlı alan jel elektroforezini (PFGE) ve PCR yöntemini kullandıklarında, böcek izolatlarının PFGE biçiminin ve hastalık yapıcı genlerinin, kanlı ishal ve kalın bağırsak iltihabı yapan *Escherichia coli* hemolizin A (EHEC-hlyA) gibi insan izolatlarınıninkiyle aynı olduğunu bulmuşlardır. Yine de, bok böcekleri, geleneksel Çin halk hekimliğinde, pek çok hastalıkta, özellikle, örneğin, Huang ve arkadaşları (2005), APTMNET (2005), Lei Yun Shang Song Fen Tang Co. (2005) ve Corona Science and Technology Development Co. (2005) gibi kanser tedavisinde, yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir. Klausnitzer (1981), Japon halk hekimliğinde, bok böceklerinin kullanımına değinmiştir. Homopathi de birkaç çeşit böcek, iyileştirici

ilaç olarak kullanılır. Romatizma kökenli eklem, kas ve sinir hastalıklarında balarısının zehiri pomat şeklinde hasta yerin üzerine sürülür (Anonim 2014d).

Balarısından elde edilen balmumu; ilaç sanayiinde, parlatıcı, boya ve cila yapımında, kalıpcılık, dişçilik gibi alanlarda ve su geçirmezliğin sağlanmasında kullanılmaktadır.

Çok uzak mesafeden dahi seçilebilen göz alıcı renklere sahip kelebeklerin kanatlarının solmayan renklerinin sebebi fotonik yapılardır. Bu canlıların kanatlarındaki çok katmanlı tabakalar ve boşluklar hassas bir düzenle dizilerek fotonik kristal bir yapı oluşturmuştur. Kelebeklerin kanatlarındaki yanardöner renklerden ilham alınarak üretilen renk değiştiren bantlar ise savaş alanında yaralanan askerlerin yaralarının şiddetini ölçmek için kullanılabilecektir (Anonim 2012f).

Sonuç olarak; böceklerin bedenlerinde üretilen maddeler örnek alınarak hazırlanacak ilaçlar veya tıbbi malzemeler bazı hastalıkların tedavisinde çığır açabilecek niteliktedir. Bu alanda yapılacak pek çok arge çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

4.2.11. Adli entomolojide böcekler

Adli entomoloji veya medikokriminal entomoloji; adli tıbbı yardımcı olan ya da onun yetersiz kaldığı durumlarda, ceset üzerinde bulunan böcek ve diğer eklem bacaklıların ergin ve larvalarından, maktûlün ("cesedin") ölüm zamanını doğruya yakınlıkta ya da yaklaşık olarak tahmin etmeye çalışan bir bilim dalıdır.

Adli entomoloji, önceleri “medicolegal entomology” yada “forensic medical entomology” diye anılırken, çoğunluğu şiddet suçları olmak üzere bir çok suçun çözümünde böcekler delil olarak kullanıldığından, artık günümüzde yaygın olarak “medicocriminal entomology” olarak anılmaya başlanmıştır (Byrd and Castner 2001).

Ölüm sonrası çürüme, ısı, nem ve ortama bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bu çürüme ve yok etmede bakterisinden böceğine birçok leşçil ve çürükçül canlının rolü tartışılmaz bir gerçektir. Bu canlıların hepsi aynı anda cesette bulunmaz. Cesedin bozulma evrelerine bağlı olarak farklı zamanlarda görülürler. İşte bu farklı zamanı tespit etmeye çalışan ve geriye dönük ölüm anını bulan adli entomoloji, adli tıbbın entomolojiye uyarlanmış biçimidir (Cengiz 2011). Kazalarda, cinayetlerde ve fâili meçhul ölümlerde ölüm yeri ve zamanının bilinmesi adli yargılama açısından çok önemlidir. Böceklerin, yumurta, larva, pupa ve ergin gibi farklı yaşam evrelerine sahip olması ve bu evrelerin farklı yerlerde, farklı zamanlarda ve cesedin farklı bölümlerinde görülmesi adli entomolojinin yoğunlaştığı noktalardır (Açıkgöz 2010).

Kısacası; adli entomoloji, adli sistemde suç araştırmalarında hem yaşayan (katil) hem de öleni (maktül) inceleyen bilim dalıdır (Hancı ve Duman 2000).

4.2.11.a. Adli entomolojinin önemi

Adli entomoloji, ölümden sonra geçen zamanın hesaplanması, ölüm yerinin belirlenmesi ve toksikolojik çalışmalarıyla adli tıp bilimine yardımcı olur. Adli Entomolog tarafından toplanan, saklanan ve analiz edilen böcekler ölüm zamanı ve yeri için delil olarak kullanılır. Başkalaşım geçiren böceklerin, özellikle de tam başkalaşımli böceklerin her bir evreleri, bulmacayı çözmeye birincil öneme sahiptir. Türü tespit edilen bir böceğin erginlik öncesi dönemlerinin evre evre gelişim süresi entomolojik olarak bilinir ve bu bilgi adli tıbbın titizliğine uygulandığı zaman ortaya esrarı çözebilecek derecede önemli kriminal bilgiler ortaya çıkar. Özellikle sineklerin erginlik öncesi larva gelişim evreleri adli entomoloji çalışmalarında önemlidir. Coleoptera ve Lepidoptera takımından böceklerin cesede geliş zamanları ise uzun süreli ölüm zamanı tahminlerinde kullanılmaktadır (Anonim 2014m). Değişik yaşam ortamlarında bulunan böceklerin bu durumları çoğunlukla türe özgüdür. Ceset üzerinde bulunan böcekler cesedin kaldığı ortam ve taşınma durumu hakkında da bilgi verirler. Ayrıca bu böceklerin dokuları, üzerinde bulundukları ceset dokularından daha fazla toksin içermesinden dolayı toksikolojik analizlerde de kullanılabilir (Sert 2011).

4.2.11.b. Böceklerin adli tıp’da kullanılmasının nedenleri

Ölüm zamanı, bir cinayet soruşturmasını yürütenlerin ilk sorduğu ve mutlaka yanıtlanmasını istedikleri birkaç sorudan biridir. Adli tıp uygulamalarında, ölüm zamanının tespiti için çok çeşitli kriterler ve yöntemler kullanılır. Bu yöntemlerin hiçbiri ölüm sonrası zamanın belirlenmesinde her zaman tam güvenilir sonuçlar vermez. Özellikle cesedin dış ortamda kaldığı, çürümenin başladığı ve ilerlediği durumlarda, entomolojik incelemelerin ölüm zamanının belirlenmesindeki önemi artar. Yapılan birçok çalışmada adli soruşturma ve otopsi bulguları ile karşılaştırıldığında, entomolojik araştırmaların güvenilir bir yöntem olarak kabul edilebileceği ortaya çıkmaktadır. Fakat, adli araştırmalarda en etkili uygulama ölümden sonraki ilk aydır (Savran *et al.* 1994).

Böceklerin kriminal araştırmalarda kullanılmasının en temel nedenleri; bir cesedi en kısa sürede tespit eden ve ulaşan canlı türlerinden biri olmaları, çürümenin her evresinde var olmaları ve bazı türlerin orman, kıyı, tepe, şehir gibi spesifik yaşam ve iklim şartlarına özgü olmaları sayılabilir. Böceklerin üreme ve çoğalma dönemleri ile fiziki değişiklikleri belirli dönemlerde olduğu için bu dönemlerin ve sürelerin bilinmesi, ölüm olayının ne zaman işlendiği hakkında uzmanlara ipuçları verecektir.

Ölüm zamanı tahmininde yararlanılan böcek türleri; öncelikle sinekler ve ikinci derecede kınkanatlılardır. Bunların yanında karınca, arı, yaban arısı gibi predatör türler görülse de bu türlerden doğrudan ölüm zamanı hesaplamasında yararlanılmamaktadır. Fakat, bu türler, ölüm zamanının tespitini etkileyen faktörler arasında yer alır. Ölüm olayı bir süreçtir ve birçok canlı bu süreçte kendi üzerine düşen görevi çok iyi bir şekilde yerine getirmektedir. Ölümden hemen sonra çürüme olayı başlar ve çürüme olayında organik maddelerin yıkım süreci çok önemlidir. Çürüme mekanizması bağırsakların saprofit konukçusu olan anaerobik bakteriler tarafından başlatılmaktadır. Protein, karbonhidratlar ve organik madde içeriklerinin yıkımı (aminoasit, yağ asitleri vb.) ile azot, metan, hidrojen sülfid vb. gazlar tarafından dokular sıvılaştırılır ve çürütülür. Çürüme farklı aşamalarda gerçekleşir ve her aşama farklı böcek grupları için çekici özellik gösterir. Eklembacaklılar cesette meydana gelen koku ve gaz çıkışına

bağlı olarak ilk birkaç saat içerisinde cesede ulaşırlar ve organik maddelerle beslenmeye başlarlar. Eğer cesede ulaşmak için bir engel yoksa Leş sinekleri ilk birkaç saat içerisinde cesede yumurtalarını bırakır. Bu olay ceset için biyolojik saati başlatır. Özellikle başta sinek yumurtaları olmak üzere böcek yumurtaları ve larvalarının gelişiminin incelenmesi ölüm zamanının kolaylıkla tespit edilmesini sağlar (Sert 2011).

Ceset üzerinde çeşitli hayvanlar beslenmeye başlasa da bu durum, sineklerin faaliyetinin yanında hiç kalır. Gerçekten de sıcak mevsimlerde ölümü takip eden ilk anda, böcekler özellikle sinekler, yumurtaları cesedin burun deliklerine, dudak commissura'sına, kulak meatus'üne, göz pınarlarına ve anüse bırakırlar. Bu yumurtalar beyaz renkte, adeta süttozu, talaş tozu, kaşar peyniri tozu manzarasıdadırlar. Eğer ceset gömülmeyip açık havada kalırsa, diğer böcekler birbirini takip ederek gelirler ve ceset tamamen yok oluncaya kadar işlerine devam ederler. Bu yüzden sıcak mevsimlerde açıkta bırakılan cesetleri, bu böcekler çok kısa zamanda tahrip ederler. Ünlü sistematikçi Linne, “Üç sinek bir arslandan daha çabuk cesedi tahrip eder” demektedir. Cesede düzenli olarak gelen böcek grupları, beslenmelerine elverişli olan maddeleri yiyip gider ve yerlerini kendilerinden sonra gelecek diğer gruba terk ederler. Ceset üzerinde beslenen böceklerin düzenli bir sıra takip ettiklerini 1850 yılında ilk defa Bergere söylemiş ve bunların ceset üzerindeki üremelerini inceleyerek Ölüm zamanını mümkün mertebe tayin etmeye çalışmıştır. Bu çalışmaya uzun bir süre ara verdikten sonra 1878'de Brouardel ile Megnin beraber çalışarak elde ettikleri sonuçları adli tıbbı uygulamaya başlamışlardır. Megnin 15 senelik bir çalışmadan sonra ceset üzerinde yaşayan böcekleri sınıflara ayırmış ve bu ölüm işçilerinin birbirlerini takip edişinin prensiplerini ortaya koymuştur. Bu prensipler sayesinde ölümün tarihi hakkında bazı bilgiler elde etmek mümkün olmuştur. Bunun için de bu böcek çeşitlerinin her birinin larva ve erişkinlerini incelemek gerekmektedir. Ölüler üzerinde böceklerin incelenmesi Adli Tıp alanında çok önemlidir. Bu inceleme bize, canlı varlıklara ait olan bileşik maddelerin parazit hayvanlar tarafından nasıl bir şekilde değiştirilip yok edildiğini gösterir, öyle ki bu ölü işçileri, işlerini bitirdikleri zaman artık kadavradan geriye bir toz kitlesinden başka bir şey kalmaz (Kamay 1953).

Adli uygulamalarda, sineklerin yumurta veya larvalarının yaraya ölümden önce mi yoksa ölümden sonra mı bırakılmış olabileceğinin tespiti büyük önem taşımaktadır (Savran *et al.* 1994). Ergin sinekler, yumurtalarını cesedin gölgeli ve katlı yerlerine bırakırlar. En sık yumurtladıkları yer ise kan ve kusmukla bulaşmış saç aralarıdır. Yumurtadan çıkış, sıcak havada birkaç saat, normal şartlar altında 20-24 saat, soğuk havada ise 1-2 gün sürer. Sağlam ceset, sinekleri yumurtlamak için hemen çekmez ancak kusmuk, kan ya da açık yara varlığında yumurtlama birkaç dakika içinde gerçekleşir. Yara bulunmayan cesette yumurtlama, genellikle ölümden sonra 2. gün başlamakla birlikte, sineklerin bol olduğu ortamlarda ya da cesedin güneş ışığına maruz kaldığı durumlarda yumurtlama daha erken olabilir. Örneğin; bozulmuş, kokmuş, proteince zengin gıda maddelerinin ve leşlerinin üzerine yumurtalarını bırakan Calliphoridae familyasına ait olan *Calliphora erythrocephala*, *Auchmeromya luteola* ve *Lucilia buionivora* larvaları buralarda geliştikten sonra pupa evresine girmek için toprağı delerler. Böceklerin bu özelliğinin unutulmaması ve açık havada bulunan bir ceset olay yerinden alındığında cesedin alt kısmındaki ve etrafındaki toprağın 3-5 cm derinliğindeki bir alanında mutlaka taranması gereklidir. Bir başka örnek olarak; ceset üzerinde hiç böcek olmaması, kişinin çok soğuk bir yerde öldüğünü, yandığını veya kapalı bir konteynerde kaldığını düşündürebilir (Hancı ve Duman 2000).

Ölüm zamanının tespitinin yanı sıra, çoğu kez ölüm yeri bile böcekler sayesinde tespit edilebilmektedir. Her bir böceğin yaşadığı ortam farklıdır. Suda, karada, ormanda yaşayan böceklerin kendi ortamlarından başka bir ortamda bulunmaları, cesedin bir yerden bir başka yere taşındığını göstermesi açısından çok önemlidir. Otomobil, gemi, otobüs gibi araçlardaki cesetle böcekler başka yerlere taşınabilir ve saptanan bu entomolojik bulgular ölünün yer değiştirmesi hakkında son derece yararlı bilgiler verebilir. Olay yerinin, cesedin alt kısmının, etrafının dikkatlice incelenmesi sırasında cesedin bulunduğu ortama, yumurta bırakma, larva, pupa ve erişkin olma süreçlerine göre elde edilen bulgular bize ölümün gerçekleştiği yada gerçekleşmediği yer hakkında çok ciddi kanıtlar verebilir. Tüm bunları göz önüne alan, bir adli entomolog, cinayetin açık veya kapalı bir alanda işlenip işlenmediği ve cesedin başka bir bölgeye nakledilip edilmediği hakkında fikir sahibi olabilir (Hancı ve Duman 2000).

Yıllar boyunca, göz, burun ve diğer deliklerde ve ceset üzerindeki yaraların olduğu yerlerde bulunan kurtçuklar ölünün tiksindirici ögesi olarak düşünülür, cesetler, genellikle yıkandıktan sonra otopsi masasına konurdu. Adli bilimlerde balistik, ateşli silah muayenesi, ısırık izleri, barut tozu kalıntısı, sıçramış kan analizi ve suç biliminin diğer elemanları çalışılır, geliştirilir, ölüm yeri ile birlikte böcekler ihmal edilirdi. Günümüze gelindiğinde ise, bir adli entomologdan, sadece ölümden sonra geçen sürenin tahmini değil, kişinin bir yerde öldürülüp başka bir yere atıldığını, tecavüze uğrama durumunu, gece mi yoksa gündüz mü öldürüldüğünü, suda ne kadar kaldığını, kafasının ne zaman kesildiğini, ölenin alkol ya da uyuşturucu kullanıp kullanmadığı gibi soruları yanıtlaması istenir. Hatta zanlının kolundaki, bacağındaki böcek ısırıklarından ya da otomobilinin hava filtresine takılıp kalan sineklerden, belli bir coğrafi bölgeye gittiğini kanıtlaması istenir. Bir bebek bezinin en son ne zaman değiştirildiğini, bir yatalağın altının ne zaman temizlendiğini söyleyecek kişi yine odur. Bir entomologdan beklenti, bunlarla da sınırlı kalmaz, evdeki karıncalarla hamamböceklerinin nereden, nasıl, ne zaman geldiği bile sorulur (Sert 2011).

4.2.11.c. Cesedin bozulma evreleri

Başlangıç: Ölümden sonraki ilk gündür. Ceset henüz şişmemiştir ve kokuşma, bozulma olmamıştır. Cesede bu dönemde yalnızca Calliphoridae, Sarcophagidae ve Muscidae familyalarından sinekler ile Hymenoptera takımından böcekler gelir (Sert 2011).

Şişme: Yaklaşık olarak, ölümden sonraki 2-6 gündür. Bu dönemde cesedin karnı belirgin biçimde şişer ve vücut açıklarından sıvılar akar ve keskin koku duyulur. Cesette bu dönemde Calliphoridae familyasına ait sinekler görülür (Sert 2011).

Aktif Çürüme: Yaklaşık olarak, ölümden sonraki 7-12 gündür. Çürümenin görülmeye başladığı bu dönemde, koku güçlü bir şekilde duyulur. Çürümenin yoğun olduğu yerlerde deri siyahımsı bir renk almıştır ve ceset üzerinde beslenen böcekler yüzünden oldukça zarar görmüştür. Cesette bu dönemde Calliphoridae ve Muscidae familyasından sinekler ile Coleoptera takımından leşçil böcekler görülür (Sert 2011).

İleri Çürüme: Yaklaşık olarak, ölümden sonraki 13-51 gündür. Çürümenin sonuna gelindiği bu dönemde koku artık zayıflamıştır; ekşimiş peynir kokusu duyulur. Cesette bu dönemde yalnızca Coleoptera takımından leşçil böcekler görülür (Sert 2011).

Kuruma: Yaklaşık olarak, ölümden sonraki 52-207 gündür. Et ve yumuşak dokular tamamen yenip tüketilmiştir. Yalnızca kemik, saç ve kurumuş deri kalıntıları bulunur. Koku duyulmaz. Cesette bu dönemde Hymenoptera takımından arılar ile Dermestidae (Coleoptera) familyasından böcekler görülür (Sert 2011).

4.2.11.d. Adli böcekler

A. Birincil Ceset Böcekleri

Diptera takımına ait özellikle, Muscidae, Sarcophagidae ve Calliphoridae familyasında bulunan böceklerdir. Hepsi de tam başkalaşımlıdır ve yumurtasından erginine kadar her devresi teşhiste önemlidir (Sert 2011).

***Musca domestica* (Karasinek; Muscidae):** Cesedin vücut açıklıklarında ve yaralı bölgelerinde bulunur. Larvaları yığın hâlinde bulunur (Şekil 4.75) ve sıcaklıkları ortamın sıcaklığından 10-15°C daha yüksektir.



Şekil 4.75. Muscidae larvası (Anonim 2014m)

***Calliphora vicina* (Gök ya da et sineği; Calliphoridae):** İnsan kadavrasında baskın olan türdür. Baş ve göğüs siyah, karın kısmı metalik mavi renktedir (Şekil 4.76).

Cesedin vücut açıklarında, burun, boğaz ve açık yaralarında bulunur. 18°C derecede yumurtalar 24 saatte açılır; daha yüksek sıcaklıkta açılma süresi daha da kısadır. Çıkan larvalar proteolitik enzimler salgılamak suretiyle bulundukları organik dokuyu delerek daha derinlere girerler. uygun sıcaklıklarda ve besin sunumunda, 5 gün içerisinde pupa olurlar. Larvalar pupa olmak için toprağı birkaç cm deler. Cesetle birlikte alttaki toprağın da alınıp adli tıp laboratuvarına gönderilmesi gerekir.



Şekil 4.76. *Calliphora vicina* (Anonim 2014m)

***Calliphora vomitaria* (Calliphoridae):** Kuzey yarımkürede ormanlık bölgelerde yaygındır.

***Sarcophaga carnaria* (Boz et sineği: Sarcophagidae):** Gözleri kırmızıdır. Göğüste gri çizgiler vardır (Şekil 4.77). Cesedin burun boşlukları ve yaralarda bulunur.



Şekil 4.77. *Sarcophaga carnaria* (Anonim 2014m)

B. İkincil Ceset Böcekleri

Bu evrede cesette albüminoid maddelerin tüketilmesinden sonra ortaya yağ doku çıkmaktadır. Bu sırada yağlı maddelerden hoşlanan böcekler, özellikle Coleoptera takımından bazı türler cesede hücum etmektedir. Larvaları yırtıcı, lesçil, gübrecil olduklarından, çürümüş organik maddeler ve bitki kalıntılarıyla beslenirler. Ayrıca Lepidoptera takımından böcekler de görülür.

***Dermestes lardarius* (Post böceği, deri böceği; Dermestidae):** Kuru et ve kuru besin maddelerine gelirler. Larvası koyu renktedir ve koyu kahverengi tüylerle kaplıdır (Şekil 4.78). Larvaları uzun kıl demetiyle karakteristiktir. Larva dönemi 35-80 gün pupa dönemi 40-50 gün sürmektedir. Eğer yeterli sayıda böcek cesede hücum etmişse, cesedi 24 gün içinde iskelete dönüştürebilirler. Cesedin adipoz doku ve derisinde bulunurlar.



Şekil 4.78. *Dermestes lardarius* (ergin) ve *Dermestes lardarius* (larva) (Anonim 2014m)

***Aglossa pinguinalis* (Yağ kurdu; Pyralidae; Lepidoptera) (Şekil 4.79):** Genellikle evlerde bulunur. Tırtılları tereyağı ve iç yağları içinde bulunur. Larvaları silindirik şeklinde ve halkalıdır. Yumurtalarını temmuz ayında bırakır ve cesedin adipoz dokusunda beslenir. Cesede geliş zamanı 6-9 ay sonra olur.



Şekil 4.79. *Aglossa pinguinalis* (ergin) (Anonim 2014m)

C. Üçüncül Ceset Böcekleri

Bu evrede cesette bazı albüminoid maddelerin (kazein) fermentasyonu sonucu çürümüş peynir kokusu çıkmaya başladığı anda cesede üşüşürler.

***Helina vicina* (Muscidae; Diptera):** 5 mm boyundadır. Kırlarda, çiçeklerde ve yapraklar üzerinde bulunur. Larvaları basit veya çatallı ve ibre şeklinde uzantılara sahiptir. Pupaları da aynı şekildedir. Larvaları çürümüş bitkisel maddelerle beslenir. Cesede yaklaşık 10 ay sonra gelir ve fermente dokularında beslenir.

***Piophilila petasionis* (Piophilidae; Diptera):** 4 mm boyunda küçük bir sinektir. Larvaları rahatsız edildiklerinde sıçrayışlarıyla karakteristik özellik gösterirler. Bunu düşmanlarına karşı bir savunma mekanizması olarak kullanır. Belli bir süre yerde kalmış cesetlerde kuru bölgelerde görülür. Cesede yaklaşık 10 ay sonra gelir ve fermente dokularda beslenir.

D. Dördüncül Ceset Böcekleri

Birincil, kincil ve üçüncül ceset böcekleri tarafından tüketilemeyen dokular, ceset morluğu denen siyahımsı bir mavi renge dönüşür ve amonyak kokuları yaymaya başladığı zaman bu grubun böcekleri işe koyulur. Çoğunlukla *Coleoptera* takımından böcekler olmakla birlikte sinekler debu gruba girer.

***Phora atterima* (Phoridae; Diptera):** 2-3 mm uzunluğunda, gözleri siyah renktedir. Sırtı bariz bir şekilde kamburdur. Hayvan cesetleri, çöp kutuları, sıvı atıklar, organik atıklar üzerinde beslenir. Cesede geliş zamanı: 1-2 yıl sonra olur

***Silpha obscura* (Silphidae; Coleoptera):** 13-17 mm boyundadır (Şekil C). Siyah renkli olup, larvaları da siyah ve yassıdır. Larvaları yan taraflarında diş bulunan 12 halkadan oluşur. Erginleri larvalarını pupa dönemine girene kadar besler. Cesede geliş zamanı 1-2 yıl sonradır.



Şekil 4.80. *Silpha obscura* (Anonim 2014m)

***Nicrophorus interruptus* (Silphidae; Coleoptera):** Bu tür fare, köstebek vs. gibi küçük memelilerin kadvralarında görülür. Cesedi toprağa gömmek için altındaki toprağı kazar. İnsan kadvrasında da görülmüştür. Cesede geliş zamanı 1-2 yıl sonra olur.

***Hister cadaverinus* (Histeridae; Coleoptera):** Gübre içinde veya leşler üzerinde yaşar. Hemen hemen dörtgen şeklidir. Parlak siyah renktedir. Larvaları toprağa dalarak orada nimf haline gelir. Gündüz cesedin altına gizlenip akşamları aktif olarak cesedin çürümelerini hızlandırır. Cesede geliş zamanı 1-2 yıl sonra olur.

E. Beşincil Ceset Böcekleri

Bu gruptakiler, böcekler sınıfına girmeyen eklem bacaklılardır. Örümcekler (*Arachnida*) ve akarlar (*Acarina*) sınıfına giren türlerdir. Genellikle cesedin altında bulunurlar. Daha önce gelen böcekler cesette kalış sürelerini tamamlamadan cesede gelirler. Cesette kalan sıvı bütün organik maddeleri tüketerek cesedin mumyalaşmasına sebep olurlar. Cesede geliş zamanı 2-3 yıl sonra olur. Cesetlerde rastlanan akar türleri arasında *Uropoda nummularia*, *Trachynotus cadaverinus*, *Glycyphagus curcor*, *Tyroglyphus siro* ve *Histiostoma necrophaga* sayılabilir.

F. Altıncıl Ceset Böcekleri

Daha akarlar işlerini bitirmeden kadavranın bazı kısımları kuruyup mumyalaşınca hemen bazı böcekler cesede üşüşür ve tendonları, saçları, kılları kemirirler. Bu böcekler aynı zamanda yünlü kumaşlara, kürklere ve doğal materyalli koleksiyonlara da musallat olurlar.

***Tineola biselliella* (Elbise güvesi; Tineidae; Lepidoptera):** 6 mm boyunda küçük bir kelebeğdir (Şekil 4.81). Tırtıllarının boyu 4-5 mm kadardır (Şekil 4.81). Tekstil fabrikalarında sık rastlanır. Altın sarısı tüyleri vardır. Işıktan kaçır, iyi uçucu değildir. Tam başkalaşımlıdır (yumurta, larva, pupa, ergin) ve larvaları yünlü giysilerde tahribat yapar. Cesede geliş zamanı 2-3 yıl sonra olur.



Şekil 4.81. *Tineola bisselliella* (larva) ve *Tineola bisselliella* (ergin) (Anonim 2014m)

***Attagenus pellio* (Kürk böceği; Dermestidae; Coleoptera):** 6.4 mm uzunluğundadır. Koyu renklidir (şekil CIII). Ergini bitkilerin polen ve nektarlarıyla beslenir. Larvaları halı, müze materyalleri (böcek koleksiyonu), saç, ipekli madde ve benzerlerinde tahribat yapar. Tam başkalaşımlıdır. Cesede geliş zamanı 2-3 yıl sonra olur.



Şekil 4.82. *Attagenus pellio* (ergin) (Anonim 2014m)

G. Yedincil Ceset Böcekleri

Kendilerinden öncekilerin bıraktıkları nimf ve pupa kalıntılarını tüketirler.

***Tenebrio obscurus* (Sarı un kurdu; Tenebrionidae; Coleoptera):** 15-20 mm boyundadır (Şekil 4.83). Işıktan kaçarak karanlık yerlerde yaşar. Çürümüş odunla beslenir. Koyu renkli böcekler olup karanlık yerlerde ağaç kabukları altında bulunurlar. Başın yan kenarları çıkıntı yaparak antenlerin diplerini örter. Duyarga 11 segmentli ve gözler genellikle hilal şeklindedir. Depolanmış gıda maddelerinde de zararlıdır. Cesede geliş zamanı 3-4 yıl sonra olur.



Şekil 4.83. *Tenebrio obscurus* (Anonim 2015 i)

***Ptinus brunneus* (Ptinidae; Coleoptera):** 2 mm boyundadır ve bedeninde, başını saklayan kalın ve şişkin bir zırh vardır. Esmer renktedir.

Sonuç olarak; cinayet, intihar ve şüpheli ölüm gibi vakalarda, ölüm zamanının belirlenmesi emniyet güçleri açısından en gerekli ve en çok zorlandığı husustur. Soruşturmanın sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için ölüm sonrası geçen zamanın en doğru şekilde bilinmesi gerekir. Teknolojinin çok geliştiği günümüzde insanların bir günde dünyayı dolaşabildiği düşünülürse, ölüm saati üzerine yapılacak hassas tahminler önemlidir. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de daha fazla önem kazanmaya başlayan adli entomoloji’de kullanılan “dedektif böcekler” üzerine daha çok araştırma

yapılmalı, adli makamlara Kısa sürede sunulan bilimsel sonuçlar yaygınlaştırılmalı, bu bilim dalından avukat ve savcıların daha çok haberdar olmaları sağlanmalı ve adli entomolojinin adli sisteme daha çok katkı sağlaması için daha çok adli entomologlar yetiştirilmelidir.

4.2.12. Bilimsel çalışmalarda böcekler

4.2.12.a. *Drosophila melanogaster*

Drosophila melanogaster (Diptera; Drosophilidae) model organizma olarak kullanılan ve uzaya giden ilk böcek türüdür. Çürümüş meyvelerin üzerinde beslenir ve ürer. Karakteristik özellikleri genel biyolojik sürecin anlaşılmasında kullanılır. Kısa nesil süresi, yüksek doğurganlık, ve laboratuvarında kolay yetiştirilebilir olması ona model araştırma organizma olma özelliği kazandırmıştır. Bu çalışmalar moleküler, genetik ve embriyoloji, sitoloji alanında bilgiler kazanılmasına ve bilgilere katkıda bulunulmasına yardımcı olur (Sert 2003).

Drosophila melanogaster, Türkçede sirke sineği, İngilizcede meyve sineği (Fruit Fly) olarak anılan küçük bir sinek cinsidir. Şarap sineği, posa sineği ve üzüm sineği olarak da adlandırılır. Bu kırmızı gözlü böcek, 2-4 mm boyunda, soluk sarıdan kırmızı-kahverengiye ve hatta siyaha kadar değişen renklere sahiptir. Çoğu türünün kanatlarında belirgin siyah desenler vardır (Şekil 4.84).



Şekil 4.84. *Drosophila Melanogaster* (Anonim 2015 g)

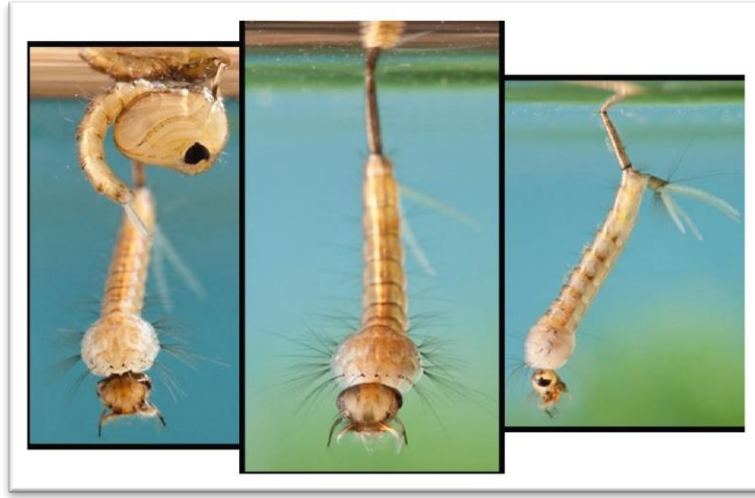
Yaklaşık 100 yıldan beri model organizma olarak kullanılan *Drosophila melanogaster* ile sayısız bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan biri de sirke sineklerinin sahip oldukları uçuş navigasyon sisteminin tespit edilmesine aittir. Cornell Üniversitesi'nden Leif Ristroph'un başkanlık ettiği bir grup bilim adamı, sirke sineğinin türbülansa ve rüzgarlı havada uçarken rotasını düzeltmede kullandığı mekanizmaları araştırmış ve sirke sineğinin modern jet uçaklarında kullanılan otomatik dengeleme sistemine benzer, ani sapmalarda tepki veren bir dengeleme sisteminin bulunduğunu tespit etmiştir. Araştırmada, sirke sineğinin kanatlarına yapıştırdıkları 1.5 milimetre uzunluğundaki ince tel vasıtasıyla manyetik alan oluşturarak onları yollarından sapmaya zorlayan bilim adamları, bu deneylerini, saniyede 8 bin kare çekim yapabilen yüksek hızlı kamerayla görüntülemişlerdir. Sirke sineğinin kanatlarında bulunan küçük titreşimli organlarının sineğin uçuş açısı ve hızını belirleyen doğal "jiroskop" (yön ölçümü veya ayarlamasında kullanılan, açısal dengenin korunması ilkesiyle çalışan bir alet) olduğunu saptayan bilim adamları, böceklerdeki uçuş kontrol mekanizmasının araştırılmasının, hareketli kanatlarla uçan, manevra kabiliyeti yüksek ve dayanıklı araçların yapılmasına da yardımcı olacağını düşünmektedirler (Anonim 2012d).

4.2.12.b. Teknolojiye ilham kaynağı olan böcekler

Günümüz teknolojisi hiç durmaksızın gelişmeye devam ederken, bilim adamları yenilikleri bir an önce faydalı bir şekilde günlük yaşama aktarmaya çalışmaktadırlar. Bu amaçla yürüttükleri araştırmaların en dikkat çeken yönü ise, doğadaki canlıları ilham kaynağı olarak almalarıdır. doğada var olan kusursuz bir tasarımı örnek almak, benzer işlevlere sahip bir teknolojik aygıtın tasarım ve montajının en kısa yoldan ve en mükemmel biçimde gerçekleştirilmesini sağlar. Bunun bilincinde olan pek çok bilim adamı ve araştırma-geliştirme (ARGE) uzmanı da yapacakları her yeni çalışmadan önce, bunun canlılardaki örneklerini araştırmakta, bunlardaki sistem ve tasarımları örnek alarak onları taklit etmektedirler. Yeni teknolojilerin tasarlanmasında, doğadaki bir çok canlı gibi böceklerin de vücut yapıları örnek alınarak bir çok teknolojik ürün tasarımı yapılmıştır. Bu yönelim Biyomimetik adı verilen yeni bir bilim dalının doğmasına neden olmuştur. Doğadaki canlılardan taklit anlamına gelen ve özellikle son dönemlerde teknoloji dünyasında adından sıkça söz edilen bu bilim dalı, insanlara önemli ufuklar açmıştır. Biyomimetik, insanların doğada bulunan sistemleri taklit ederek yaptıkları maddelerin, aletlerin, mekanizma ve sistemlerin tümünü ifade eden bir terimdir. Doğadaki tasarımlar örnek alınarak yapılan aletlere, özellikle nanoteknoloji, robot teknolojisi, yapay zeka, tıbbi endüstri ve askeri donanım gibi alanlarda kullanmak için gerek duyulmaktadır. Doğadaki tasarımlar; en az malzeme ve enerji ile en fazla verimin alınması, kendi kendilerini onarma özellikleri, geri-dönüşümlü ve doğa-dostu olmaları, sessiz çalışmaları, estetik, dayanıklı ve uzun ömürlü olmaları bakımından teknolojik çalışmalara örnek teşkil etmektedir.

KELEBEK HORTUMU ve KAMIŞ: Kelebeklerde bulunan hortum, sayısız teknik ayrıntıyla donanmış bir gelişmiş alet niteliğindedir. Dinlenme anında bu hortum, bir saatin sarmal yayı gibi dolanır. Kelebek besin gereksinimini karşılamak isterse, hortumda ki özel bir kas harekete geçer. Hortum çözülerek bir boru halini aldığı anda, en derin taç yapraklarındaki çiçek özünü bile emebilir. Meşrubat içmek için kullandığımız kameşlar da aynı sistemle yapılmıştır.

ŞNORKEL-SİVRİSİNEK LARVASI: Suda gelişen sivrisinek larvası sahip olduğu bir nefes borusu sayesinde su üzerinden ihtiyaç duyduğu oksijeni tedarik ediyor (Şekil 4.85). Borunun etrafındaki tüyler ise aynı şnorkel'in (yüzeyden sualtını izlerken nefes alıp vermek için dizayn edilmiş bir ekipman) tepesindeki tıpa gibi suyun içeri girmesini engellemektedir (Anonim 2012d).



Şekil 4.85. Şnorkel-sivrisinek larvası (Anonim 2015 j)

SİNEĞİN AĞZI ve FERMUAR: Fermuar icat edileli daha bir yüzyıl oldu. Fakat sinekler yaratıldıklarından bu yana yüzbinlerce yıldır, alt dudaklarını oluşturan olukları birbirine kenetlemek amacıyla fermuar sistemini kullanıyorlar. Hortum, uç kısmında genişleyerek doğal fermuarların görünmesine imkan veriyor (Anonim 2012d).

AKROBAT BALARILARI: Arıların gözlerinde 3.000 ila 4.000 küçük lens bulunur. Her lens içinde birden fazla alıcı vardır. Ortadaki lens yan alıcılardan daha geniştir. Dolayısıyla arılar, tam önlerini daha iyi görürler. Bir mikron büyüklüğündeki bu küçük alıcılar, son derece özel optik sistemlerdir. Çünkü arı gözleri UltraViyole ışınına duyarlıdır ve görünür ışığın polarizasyonunu algılayabilirler. Arıların gözlerinin polarize ışığı algılaması, yönlerini bulmaları için de çok özel bir iletişim sistemi geliştirmelerini sağlamıştır. Yönlerini polarize ışığa göre bulan arılar, besin kaynağını bulduktan sonra kovana dönüp diğer arılara besin kaynağının uzaklığını ve yönünü

bildirmek için özel bir görsel kod (dans) kullanırlar. Bu iletişim arıların çok mükemmel bir görsel süreç ve algılama sistemine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu optik tasarımı örnek alan bilim adamları kompleks manevralar yapabilen navigasyon sistemleri üretmişlerdir (Anonim 2012f).

TELESKOP-ARI-PETEK: Gök cisimlerinden gelen X ışınlarını çekmek için geliştirilen bir uzay teleskobununun merceği arı kovanlarından ilham alınarak, altıgen şeklindeki aynalardan üretilmiştir. Altıgen şekil aynaların kullanılmasının nedeni kayıp alanların bulunmaması ve altıgen birleşimlerinin genel yapıyı kuvvetlendirmesidir. Aynı zamanda, altıgenlerden oluşan dizilim teleskopa geniş bir görüş alanı ve yüksek kalite sağlamaktadır. Ne ilginçtir ki arıların gözleri de aynı bu teleskop gibi yaratıldıklarından bu yana altıgenlerden oluşmaktadır (Anonim 2012d).

KAĞIDIN MUCİDİ YABAN ARISI: Yabanarısı denince zihinlerde tehlikeli bir hayvan tasviri oluşur. Fakat aslında yabanarılarının en hususi vasfı çamur, kil seramik ve kâğıttan harika yuvalar inşa etmeleridir. Bir yabanarısı türü olan *Vespa crabro* (eşek arısı) kâğıttan yuvalar yapmasıyla tanınır (Şekil 4.86). Kraliçe yabanarısı, yuvasını kurarken inşaat malzemesini teşkil eden madde, yaban arısının çenesiyle tahta direk ve kazıklardan kazıdığı emsalsiz bir çeşit kâğıttır. Yapışır hale gelmesi için yabanarısı buna salyasını ilave eder. İnsanoğlunun büyük keşiflerinden sayılan tahta elyafına yapıştırıcı bir madde ilave ederek kâğıt yapma sanatı, yaban arılarının incelenmesinden öğrenilmiştir desek hiç de yanlış birşey söylemiş olmayız (Anonim 2014c).



Şekil 4.86. *Vespa crabro* ve kağıttan yaptığı yuva (Anonim 2015 n)

ELEKTRİK ÜRETİMİ VE ATEŞ BÖCEĞİ: Elektrik üretimi için bilim adamlarına ilham olan böcek ateş böceğidir. Ateş böceği, %100'e yakın verimle, yani neredeyse kayıpsız ışık üretir. Elektrik ampullerindeki enerjinin ise yaklaşık %96'sı, ısı enerjisi olarak açığa çıkar. Yani bir anlamda kaybolur. Üretilmeye çalışılan ışık enerjisi olmasına rağmen, ışığa dönüşen sadece %3 ya da %4'lük kısımdır. Soğuk ışık da denilen ateş böceklerinin ürettiği kayıpsız ışık, en verimli aydınlatma sistemlerinden biridir ve günümüzdeki aydınlanma teknolojisinin ulaşmaya çalıştığı bir hedeftir (Anonim 2003).

KARINCA BİLGİSAYARLAR: Zigzaglı ve engebeli bir yolu düz bir yola matematiksel olarak dönüştürebilen karıncalar, yolun uzunluğunu en minimum değerine ulaştırmakta ve iki nokta arasında olabilecek en kısa mesafeyi düz bir çizgiye dönüştürmektedirler. Algoritmalar problem çözen karıncalardan ilham alınarak hazırlanmaktadır (Anonim 2012f).

KIRMIZI PALMIYE BÖCEĞİ ve MİKRO ANAHTAR: Bugün pek çok bilim adamı ve araştırma-geliştirme (ARGE) uzmanı projelerine başlamadan önce, bunun canlılardaki örneklerini araştırmakta, onlardaki sistem ve tasarımları taklit etmektedirler. Cornell Üniversitesi'nde Kimya ve Biyomoleküler Mühendisliği Bölümünde profesör olan Paul Steen tarafından tasarlanan mikro anahtarlar da bu örneklerden biridir. Palmiye kırmızı böceği *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera; Curculionidae)'nden esinlenilerek son teknolojiyle üretilmiş bu anahtarlar (Şekil 4.87), mikron seviyesi olarak nitelendirilen metrenin milyonda biri gibi bir boyutta kendi kendine çalışabiliyor. Bu mikro ölçekteki devre anahtarları, sıralar halinde birleştirilerek, daha büyük güçlü yapışkan bağ meydana getiren uygulamalarda da kullanılabilir.



Şekil 4.87. Palmiye böceği ve mikro anahtar (Anonim 2015 m)

Palmiye böceği, saldırıya uğradığı vakit saldırganlar gidene kadar kendini yaprağa yapıştırarak korumaya alır. Hemen ardından her biri sadece birkaç mikron genişliğinde ortalama 120 bin adet yağ damlası salgılar. Bu yağ damlaları da böceğin bacakları ve yaprak arasındaki teması sağlayan köprü görevini görür. Palmiye böceği yağ temasını mekanik olarak kontrol ederken, Paul Steen'in böcekten örnek alarak geliştirdiği anahtar ise su ve elektrik kullanmaktadır. Mikro anahtarın çalışma prensibi suyun yüzey

gerilimine dayalıdır. Tıpkı iki ıslak kağıdın birbirine tutunma şekli gibi, anahtar bir yüzeyle temas halinde bulunan su zerreciğinin oluşturduğu yüzey gerilimini kullanır. Bu anahtar, bağ oluşturma ya da bağdan kurtulmayı yüzey gerilimi ile sağlamaktadır. Bir su zerreciği elektrodlerden gelen elektriği kullanarak, düz bir plakanın altına ya da üstüne doğru hareket eder. Suyun içinde bulunan elektrik, sudaki iyon adı verilen artı yüklü atomları, plakaya gömülmüş olan gözenekli ince cam diskin kılcallarına doğru taşır. Su hareket eder ve plaka üstünde mikrometre boyutunda bir zerre damlacık haline dönüşür. Açığa çıkan damlacık artık başka bir yüzeye yapışabilir. Oluşan bağı kırmak için ise, elektrik açığa çıkan zerreyi kılcal gözeneklerden geri çeker. Milimetre boyutundaki zerrelere ve mikron boyutundaki gözeneklerle birlikte, 5 volt elektrik 1 saniye içinde anahtarı çalıştırabilir. Aynı zamanda araştırmacılar daha küçük zerrelere hareket sağlamak için daha az enerji gerektireceğini ve daha hızlı açma kapama yapılabileceğini öngörmektedirler. Mühendisler, yüzlerce nanometre küçüklüğündeki (yaklaşık 1 metrenin milyarda 1'i kadar olan) ve böcek damlacığının 10'da biri boyutundaki bir anahtarın da araştırma aşamasında olduğunu söylemektedirler (Anonim 2010a).

UÇAK-HELİKOPTER TEKNOLOJİSİ ve YUSUFÇUK: 1930'lu yıllarda mühendisler uçakların kanatlarının uçlarını, havada oluşan akımların yol açtığı titreşimlerin uçağa zarar vermemesi için ağırlaştırmışlardır. Fakat 20 yıl sonra bilimadamları bu sistemin yusufçuğun kanatlarında öteden beri var olduğunu farketmişlerdir. Yusufçuğun kanatlarının ucunda siyah küçük hücreler yoğunlaşarak, uçak kanadının ucundaki ağırlığın görevini yapmaktadır. Yusufçuğa helikopter böceği denildiğini herkes bilmektedir. Birçok özelliği, helikopter üreticilerinin tasarımlarına model olmuştur. Yusufçuğun, gövdesinin üzerine çaprazlama yerleştirilmiş olan kanatları, vücut ağırlığını taşıyabilecek yapıdadır. Bu yaratılış, ona ani manevralar yapma ve hızını artırma imkânı tanımaktadır. Yusufçuk, hangi hızda ve hangi yönde uçarsa ucsun, aniden durup ters yönde uçmaya başlayabilir. Çok kısa bir sürede, saatte 50 km'den 90 km'ye kadar değişen hızlara ulaşabilir (Anonim 2012d).

Günümüzde, savaş araçları ve roketler üreten MBB firması, BO 105 tipi helikopteri üretirken, Yusufçuğun yapısını ve uçuş stilini kendine örnek almış. Helikopter üreten

Amerikan Skorsky firması da yusufçuğu doğrudan helikoptere adapte ederek yeni bir tasarım yapmıştır (Şekil 4.88). Yusufçuk böceğinin kanatları, milimetrenin 1/3000'i kalınlığındadır. Bu denli ince olmasına rağmen oldukça dayanıklıdır. Bunun sebebi kanatlarının sayıları 1000'e varan bölmelerden oluşmasıdır. Bu bölmeli yapı sayesinde kanatlar yırtılmamakta, uçarken oluşan basınca dayanabilmektedir (Anonim 2012d).



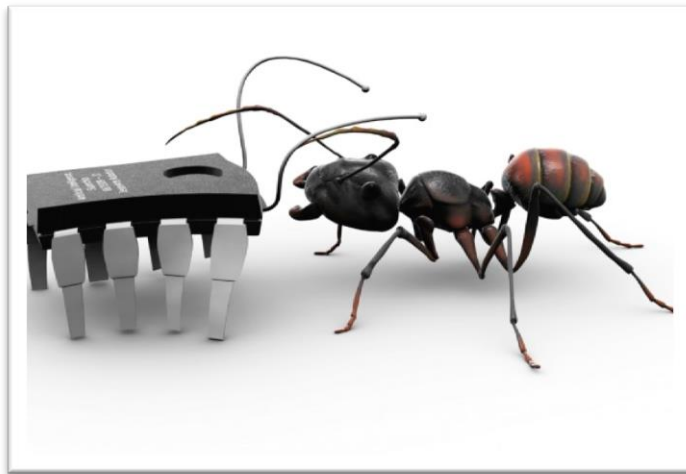
Şekil 4.88. Yusufçuk ve Skorsky (Anonim 2015 l)

BÖCEKLER ve ROBOT TEKNOLOJİSİ: Böceklerle ilgilenen sadece mimarlar değildir. Elektronik mühendisleri de robot teknolojisini geliştirmek için böcekleri gözlemlemeyi ihmal etmezler. Böceklerin bacakları model alınarak yapılan robotlar, yere daha dengeli basmaktadır. Ayaklarının ucuna özel vantuzlar yerleştirilen böcek robotlar, sinekler gibi duvarda yürüyebilmektedir. Bir Japon firmasının böceklerden esinlenerek yaptığı robot (Şekil 4.89), tavanda yürüme özelliğine sahiptir. Firma, üzerine hassas alıcılar yerleştirdiği bu robotu köprülerin alt yüzeylerini kontrol etmekte kullanmaktadır (Anonim 2012d).



Şekil 4.89. Robot böcek (Anonim 2014b)

Amerikan ordusunun uzun zamandır mikromakineler ile yakından ilgilendiği bilinmektedir. Prof. Johannes Smith'e göre, karınca görünümündeki bir robotu bir milimetreden küçük bir motor rahatlıkla hareket ettirebilecektir. Bu şekilde yapılacak bir robotun, karınca ordusuyla düşman radarlarına, uçak motorlarına ya da bir bilgisayar terminaline rahatlıkla girip zarar verebileceği hesaplanmaktadır. Nitekim Japonya'nın iki büyük endüstri kuruluşu Mitsubishi ve Matsushita ortak çalışma ile karınca robotlar için ilk adımı atmış durumdadır. Bu ortak çalışmanın ürünü 0,42 gram ağırlığında ve dakikada 4 metre yürüeyebilen bir mini robot olmuştur (Şekil 4.90) (Anonim 2012d).



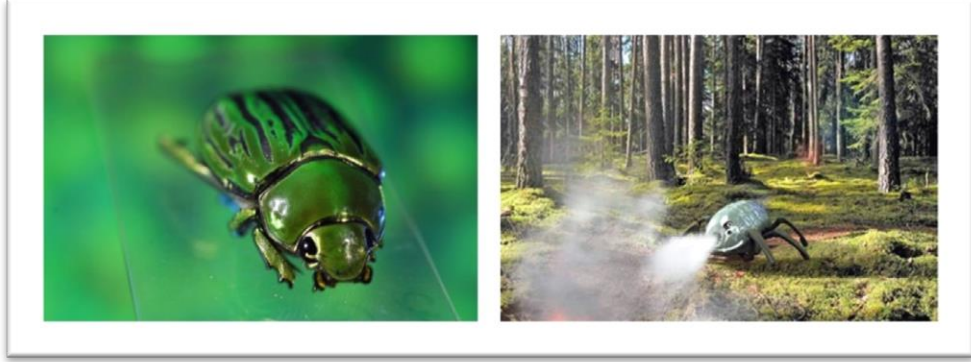
Şekil 4.90. Karınca robot (Anonim 2013h)

MÜCEVHER BÖCEKLERİ-YANGIN ALGILAYICILARI: Ateş ile karşılaştığında diğer hayvanlar gibi kaçmak yerine kanatlarını açıp alevlerin içine doğru sürüler halinde uçan mücevher böcekleri ya da Kanada’da bilinen adıyla siyah yangın böcekleri, üremek için orman yangınlarına ihtiyaç duymaktadırlar. 80 km. ötedeki orman yangınını hisseden ve ağaçların çatırdamasını duyabilen bu mücevher böcekleri, olağanüstü hassas sensörlerini kullanarak yanıcı maddeleri fark edebilmektedir. Araştırmalar bu böceklerin bir orman yangınına ulaşmak için kilometrelerce seyahat edebileceklerini göstermektedir. Mücevher böceğini (Coleoptera; Buprestidae) ilk olarak 1960 yılında inceleyen Kanadalı böcek bilimci William George Evans böceğin karın kısmındaki küçük çukurları fark etti ve Pit adı verilen bu çukurların böceğin kızılötesi radyasyonu yani alevli bir yangının yaydığı ısıyı algılamasını sağlayan küçük reseptörlerle dolu olan duyu delikleri olduğunu keşfetti. Mücevher böceği küçük pit organlarının alt yüzeyinde sensilla adı verilen yangın alevlerindeki radyasyonu kızılötesi alabilen sensörlerle donatılmıştır. Bu kızılötesi radyasyon yeteneği bazı böcek ve yılanlarda özellikle engerek yılanlarında da görülür (Anonim 2014 o).

Mücevher böcekleri kırmızı titreşen alevleri görürler, yanan odunların çatırtılarını duyarlar ve kimyasal çevre bilimci Dr Stephan Schutz’un keşfine göre antenleri üzerindeki aşırı hassas reseptörlerini de yangının verilerini ‘koklamak’ için kullanırlar. Almanya’daki Bonn Üniversitesinden bilim adamları mücevher böceğindeki bu kızılötesi sensörlerin özelliklerini taklit ederek daha ucuz ve daha hassas sensörler üretmeyi planlamaktadırlar. Bu sensörlerle donatılmış cihazlar ormanların etrafına monte edilecek ve orman yangınları için erken uyarı sistemleri oluşturulabilecektir.

Almanya’nın Magdeburg-Stendal Yüksekokulundan araştırmacılar ise orman yangını sorununu kökünden çözmek için mücevher böceğinden tasarlanan robotları kullanmayı düşünüyorlar. “OLE” adındaki bu robotlar ormanda gezinip, alev algılayıcı sensörleri ile potansiyel tehlike oluşturan alevleri bir felakete dönüşmeden bulup su püskürterek söndürecek şekilde tasarlanmıştır. OLE, 6 bacağı ile arazi koşullarına bağlı olarak 10-20 km hızla gidebiliyor (Şekil 4.91). Eğer yangınla baş edemezse haber verdiği itfaiye

ekipleri gelene kadar kabuklu kırkayaklar gibi kıvrılıp top şekline geliyor ve kendini kabuğunun altında korumaya alıyor (Anonim 2014 o).



Şekil 4.91. Mücevher böceği ve Ole robot (Anonim 2014p)

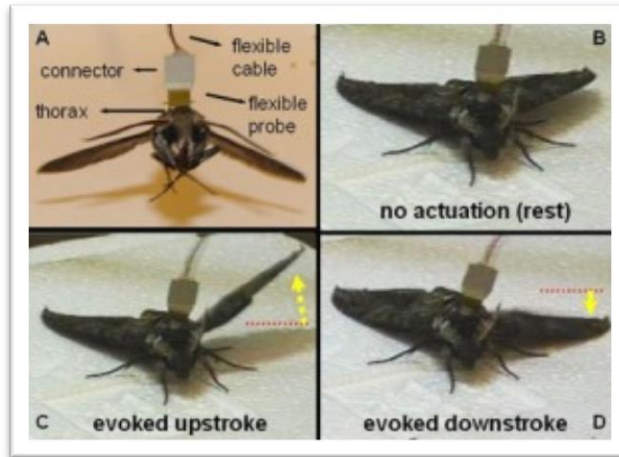
SAYBORG BÖCEKLER: Sayborg böcekler veya diğer bir adıyla Robokop böcekler (Şekil 4.92), vücutlarına eklenen teknolojik araçlarla normalinden daha gelişmiş yeteneklere sahip olan böceklerdir. Yani, hem biyolojik, hem de yapay (elektronik, mekanik veya robotik) parçalardan oluşmuş böceklerdir. Bu böcekler, değiştirilmemiş haline kıyasla daha yüksek seviyelerde özelliklere sahiptirler.



Şekil 4.92. Sayborg böceğin üstten ve yandan görünümü (Anonim 2012g)

Boyce Thompson Enstitüsü tarafından 2009 yılında yapılan bir projede çalışan bilim adamları, bir böceğin uçuş yetilerini kontrol edebildiklerini iddia ettiler. Bir beyin-makine arayüzü olan ve sinirsel uyarım yapan bir implant sayesinde böceğin uçuşunu başlatıp, yönetip, durdurabildiklerini kanıtladılar. Eğer böcek istenilen yöne doğru uçmuyorsa, yönelim sinyali kesiliyor ve böcek kendini tekrar stabilize edip yoluna koyulmaya devam ediyor ve bu sefer bilim adamlarının istediği yöne doğru uçuyor. Bu mekanizma sadece böcek istenilen hareketleri yapmadığında devreye giriyor. Kalkış ve inişte böcek, hareketlerini otonom olarak yönlendiriyor (Anonim 2012g).

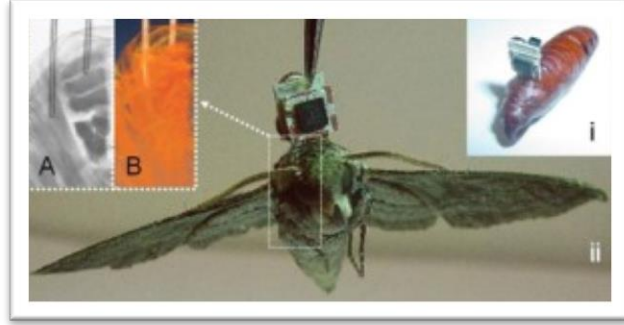
Bu projenin amacı; henüz koza evresinde olan böceklerin Mikro ElektroMekanik Sistem devrelerini içlerine alarak büyümelerini sağlamak ve elektronik-biyonik hibrit böcekler üretmektir. Böylece güve (Şekil 4.93) veya böcek büyüdüğü zaman içlerindeki elektronik devrelere kontrol komutları gönderilebilecektir (Anonim 2012g).



Şekil 4.93. A) Sayborg güve tesisatı, B) Güveye uyarıcı sinyal verilmezken, C) Güveye kanadını yukarı kaldırma sinyali verildiğinde, D) Güveye kanadını aşağı indirme sinyali verildiğinde (Anonim 2012g)

Gaz sensörleri, düşük çözünürlüklü kameralar ve mikrofonları da kapsayan silikon zihin arayüzleri güvelerin koza evresindeyken beyinlerine yerleştirilebiliyor (Şekil 4.94). Bu şekilde güve büyüdüğünde arama-kurtarma ve gözetleme görevlerinde kullanılabiliyor. Bir pil ile beslenen bu elektromekanik düzeneğe sahip güvelerle çalışmanın

dezavantajları; güvelerin kısa ömürlü olmaları ve USB girişi bulunan güvelerin diğer böcekler gibi serbest olmamalarıdır (Anonim 2012g).



Şekil 4.94. Sayborg bir güvenin i) Koza evresi, ii) Erişkin evresi (Anonim 2012g)

Sonuç olarak; böcekler günümüz teknolojisinin bütün imkanlarına rağmen hala tam taklit edilemeyen kompleks sistemleriyle, dünyadaki yaşamın geleceğini garanti altına alacak sırlara sahiptirler. Üstelik bu milyonlarca yıldır böyledir, çünkü bu böcekler kusursuz tasarıma sahip hayvanlardır. Bilim otoritesi olarak kabul edilen pek çok yayın organı da doğadaki bu üstün yapıların içerdiği tasarımların insanlara yol göstermesi açısından çok büyük bir kaynak olduğunu kabul etmektedirler. Şüphesiz bu kaynağı doğru yönde kullanmak ve teknolojiye geçirmek, insanoğlunu çok hızlı bir gelişim sürecine sokacaktır. Anlaşılacağı üzere, biyomimetik devrim günlük hayatımızı ve yaşamımızı derinden etkileyecek, insanların daha rahat ve konforlu yaşamasını sağlayacaktır. Araştırmalar devam ettikçe bu küçük canlıların daha birçok ürün tasarımına ilham olması büyük oranda muhtemeldir.

4.2.13. Popüler kültür, sanat ve ticarete böcekler

Böceklerin güzelliği ve gizemi tarihler boyunca insanların ilgisini çekmiştir. Mısırlıların dinsel öge olarak bok böceklerine verdiği önem, en çok bilinen örnektir. Eski Mısır'da Scarabaeidae'ler, gübre içinde şekillendiği için kutsaldı ve çömlekler üzerinde deşen olarak kullanılırdı. Aynı böcek doğuda da sembol olarak kullanılmıştır. Mısırlılar ve ardından Yunanlılar, Scarabaeidae figürlerini lacivert taşı, bazalt, kireç taşı, turkuaz,

fildişi, reçine ve hatta değerli altın ile gümüşlerinin üzerine işlemişlerdir. Eski Dünya'daki erken dönem şamanistik kültürlerinde ise, Mücevher böceklerini temsil eden süsler yapılmıştır. Bu eserler, ekonomik önemi olmayan bir böceğin, insanların popüler ve dini hayatındaki yerinin en güzel örnekleridir (Sert 2003).

Bazı böcek türleri, merasimlerde kullanılmıştır. Eski Çağ'da Çinliler için ağustos böcekleri yeniden doğumu ve ölümsüzlüğü simgeledikleri için önemliydi. Mezopotamya literatürü olan Gılgamış Destam'nda Odonata'lardan (yusufçuk, kız böceği) yola çıkılarak ölümsüzlüğün imkânsızlığından bahsedilmiştir. Peygamberdevesinin etkin ve ani saldırısı, Çinlilerin dövüş sanatına ilham vermiş ve Kung fu'da "peygamberdevesi vuruşu" ortaya çıkmıştır. Ayrıca, Kalahari çölünde yaşayan Bushmen kabilesi için peygamberdevesi yaratılışı ve sabrın önemini simgelemektedir (Sert 2003).

Bal karıncaları ve bazı larvalar (özellikle güve larvaları), Avustralya'daki Aborjin'lerde totem figürüdür. Çoğu toplumda böcekler belirli sembollere sahiptir, karınca ve arı da Orta Çağ Avrupası'ndan beri çalışkanlığı simgelemektedir. Cırcır böceği, çekirge, ağustos böceği, Scarabaeidae ve Lucanidae'ler Japonya'da kafes hayvanı olarak beslenmektedir. Eski Meksikalılar kelebekleri ayrıntılı olarak gözlemlemiş, şarkı ve şiirlerinde onlara yer vermişlerdir (Sert 2003).

Bazı böcekler, parlak, metalik renk ve güzel görünümünden dolayı süs ve ziynet eşyası olarak kullanılmış, güzellikleri pek çok resim Çizelgelerine konu olmuştur. Kelebek ve bazı *Coleoptera* takımına ait bireyler güzelliklerinden dolayı hem amatörce hem deprofösyönelce koleksiyonları yapılmaktadır. Böcek ekoturizmi henüz gelişmekte olsa da böceklere olan ilgi arttıkça ekonomik değerleri de artmaktadır (Sert 2003).

Kısaca; böcekler dinde, mitolojide ve folklörde, edebiyatta, şiirde, bir sembol olarak siyasette, bilim ve teknolojiye, ticarete, müzikte, görsel sanatların performansında ve eğlencelerimizde sık sık ortaya çıkmaktadır. Charles Hogue'nin tanımladığı gibi "bu

kültür ürünleri kültürel entomolojinin bazı kategorilerini temsil etmekte ve insanlarla böcekler arasındaki ilişki görsel sanatların yöntemleriyle kaydedilmektedir.

4.2.13.a. Dinsel inanış yönünden böcekler

Eski Mısır dini, çoğunlukla, ilhamını doğadan almıştır ve bok böceği, en belli başlı simgelerinden biri olmuştur. Bunun sebebi; kınkanatlının, kendisinden, çok daha büyük olmasına rağmen, bacaklarıyla iterek götürmekte olduğu, dışkı topağına, yumurtalarını bırakmasıdır. Bazı bok böceklerinin davranışı ve yuva yapma faaliyetleri, Mısırlıların, bunlara yönelik karmaşık bir simgecilik oluşturmalarına neden olmuştur. Tarihsel olarak, *Scarabaeus*, *Gymopleurus*, *Copris* ve *Catharsius* cinsi bok böcekleri, eski Mısır mitolojisinde önemli ve göze çarpan bir rol oynamıştır (Cambefort 1994).

Eski Mısırdaki bokböcekleri yaşamın, ölümsüzlüğün ve var oluşun simgesiydi. Mısırlılara göre, güneşin evreleri yaşamın evrelerini gösteriyordu. Bokböceğinin toprak altındaki dışkı topunun içinde yumurta halinden, larva, pupa ve yeni bir bokböceğine dönüşümü de güneşin her gün yeniden doğuşuna benziyordu. Günbatımını ölüm, gündeğümünü ise doğumla ilişkilendiren Mısırlılar, batan güneşin toprak altından doğuya doğru giderken bokböceği gibi başkalaşım geçirdiğini düşünüyorlardı. Ertesi gün güneş, topraktan güneş tanrısı “Kheper” olarak doğduğunda, bu Mısırlılar için yeni bir yaşamın vaadiydi (Cambefort 1994).

Şekil 4.95’de Mısır’da, Luksor şehrinin, yaklaşık, 3 km kuzeyinde yer almakta olan (Batlamyus dönemi, MÖ 332), Karnak Tapınağı civarındaki şafak vakti yeniden doğan güneş tanrısı Khepri’yi simgeleyen dev kutsal bok böceği (*Scarabaeus sacer*) heykeli (yaklaşık 1,5 metre uzunluğunda olan, diyorit yeşil taş) görülmektedir.



Şekil 4.95. Karnak Tapınağı'ndaki dev kutsal bok böceği heykeli (Anonim 2012b)

Mısır hiyerogliflerinde (resim yazı), yaratıcı gücün, bok böceğince simgelendiği görülmektedir ve bu glif (yiv), Yaratma Tanrısı, Khepri'nin simgesi olarak yorumlanmaktadır. Ayrıca, bok böceği haline gelmek", "oluşmak" ya da "oluşan varlık" anlamına gelen soyut kavramı tasvir etmekteydi. MÖ 200'den sonra, Orta Krallık döneminde, bok böceklerinin rolüne ilişkin önceki yorumlar, böceğin ölümden sonra hayatı güvenceye alan doğaüstü güçlerle irtibatlandırılacak şekilde değişti. Bu, kısmen, tüm bok böceklerinin, erkek olduğu ve kendi yavrularını yaratabildiği inancından gelişmiştir. Bu nedenle, Güneş Tanrısı Ra, iki karşı cinsin birleşmesi ile değil, ilk özden ortaya çıkmıştır. Böceğin hayat döngüsüne dair bilgi eksikliği, onun gizemine katkıda bulunmuştur (Ratcliffe 2006).

Cambefort (1994), ilk bok böceği simgesinin, metalik Kheper aegyptiorum (Latreille) olduğunu ileri sürmüştür. Toplu biçimde kutsal bok böceği olarak bilinen bu böcekler ve bunların yuvarlanma davranışı, Mısır çok tanrıcılı evren kuramının belirli kısımlarını simgelemiştir. Ra'nın, bok böceği olarak simgelendiği ve güneşin, dışkı topağı olarak resimlendiği bir kült (dinsel ibadet sistemi) gelişmiştir. Şekil 4.96'da 2 yeşil kutsal habeş maymunu arasındaki mavi bok böcekli dikdörtgen kolye ucu görülmektedir.

Kolye ucu, altın; lacivert taşı, firuze ve akikten (karnelyan) yapılmıştır. Fotoğraf, Kâhire Müzesi'nin izniyle görüntülenmiştir.



Şekil 4.96. Karnelyan (Ratcliffe 2006)

Böcek koleksiyoncularının da çok ilgisini çeken bok böcekleri, eski Mısır dönemine ait pek çok süs eşyasında kullanılmıştır. Muska ve mühür olarak da kullanılmış olan bokböceği (*Scarabeus sacer*) Mısır tanrısı Kheperin simgesiydi. Kheper başının üstünde bir bokböceğiyle gösteriliyordu. Kheper, güneşi gökyüzünde ilerleten tanrı olarak bilinirdi. Firavunların hiyeroglifle yazılmış adlarının yanında Kheperi simgelemek üzere de bokböceği kullanılmaktaydı. Hiyeroglif olarak bokböceğinin anlamı yeniden oluşum ve yenilenmeydi. Kendisine atfedilen sihirli güçler sayesinde, bok böceğinin sureti; muskalarda, mücevherlerde ve mühürlerde şekillenmiştir. Şekil 4.97’de Tutankamun sergisinden görüntülenen Margarate Busing’in fotoğrafı görülmektedir (Ratcliffe 2006).



Şekil 4.97. Altın, lacivert taşı, kuvars ve akikten yapılmış pazıbent (Ratcliffe 2006)

Firavun III. Amenofis (MÖ 1400 dolaylarında), günümüzde ihraç edilen, anma vesilesi olan madeni paralara çok benzer bir şekilde, bok böcekleri basıp yayımlayarak, özel vesileleri (evliliğini ya da bir avını gibi) anmaktadır. Şekil 4.98’de MÖ 1580 yılında, Yeni İmparatorluk Dönemi’nden kral III. Amenofis’in avını vurgulayan, anma vesilesi olan kalp bok böceği görülmektedir.



Şekil 4.98. Kalp bok böceği (Ratcliffe 2006)

Avrupa’da son zamanlara kadar, eski madeni paraların üzerinde, hep, bok böceği ve onun dışkı topağı resimleri bulunmuştur. Polonya, *Lucanus cervus* denen geyik böceğiyle süslü iki göz alıcı Zloti madeni parasını piyasaya sürmüştür (Ratcliffe 2006).

Bok böcekleri, genel olarak, “iyi şansla” bağlantılı hale geldikten sonra zanaatçılar, taştan veya pişmiş kilden imal edilmiş şekilde, bunların üretimini, giderek artırmışlardır.

Oval alt tarafı, çoğunlukla, tanrıların simgelerini ya da isimlerini olduğu kadar, "iyi şans", "hayat" veya "sağlık" gibi bir yazı taşımaktaydı. Bok böcekleri, ipler ya da krom tel üzerine dizilip, boyuna takılmaktaydı. Bok böcekleri muskalarının kullanımı, Mısır'ın sonraki hakimleri, Persler, Makedonlar, Romalılar ve özellikle Fenikeliler dahil pek çok kültür tarafından, iyi şans muskaları olarak kullanılacak derecede genişlemiştir (Ratcliffe 2006). Fenikeliler, özellikle Mısır kültürüne alıcı olmuş ve bok böceğini, uğur muskaları olarak benimsemişlerdir; ancak, bunu, gerçek Mısır bok böcekleri arasında hiç bulunmayan bir karakter olan, 4 kanatlı olarak tasvir etmişlerdir. Batı Fenikeliler ya da Kartacalılar için bok böcekleri, tüm mezarlarında bulunacak derecede, daha da önem taşımaktaydı. Mısır bok böcekleri, mevcut olduğunda, Kartaca'ya ve kolonilerine çok sayıda ithal edilmiştir. Daha sonra, bok böceklerini, kendileri, yapmaya başlamışlardır. Bazı yerler, örneğin, Sardinya adası, bu özel sanayi ile ünlü olmuştur. Bu muska ve süs bok böcekleri oyma alışkanlığının, simgesel önemlerini kaybetmesi Romalılara geçmesinden kaynaklanmaktadır (Anonim 2011f).

Cambeft (1994), bok böceklerinin, Kartacalılar için çok önemli olduğunu ve Mısır'dan büyük miktarda getirildikten sonra, bunların mezarlarında, bol miktarda bulunduğunu belirtmiştir. Bugün bile, Kahire'deki ve Nil Vadisi'ndeki evsel endüstri; turist ticareti ve daha az oranda zarif mücevherat amaçlı bok böcekleri üretilmeye devam edilmektedir.

Eski Yunanlılar ve Romalılar, Mısır kutsal bok böceğini, değişen derecelerde benimsemişlerdir. Bu, Mısır "ölümden sonra hayat" mesajlarının bileşimlerini, ölümler diyarındaki yargılanma sırasındaki "dengenin koruyucusu"na ya da güneş tanrısı simgeciliğine dahil ettirmeden, temelde, bok böceğini, iyi şans muskası olarak, işlev görür hale getirmişlerdir (Ratcliffe 2006). Örneğin, Minos medeniyetindeki Girit'te, kille kabaca biçimlendirilmiş boynuzlu bok böcekleri, köylülerce, muhtemelen, doğurganlık ayinlerinde kullanılmıştır (Şekil 4.99).



Şekil 4.99. Girit'te, kilden yapılmış, boynuzlu bok böceği (Anonim 2011f)

Tünelci bok böceği olan *Geotrupes stercorarius*, Ortaçağ'da yaygın biçimde kötü güçlerle ilişkilendirilmiştir. Reitter, fırtına tanrısı ile bazı ilişkilendirilmelerinden ötürü, daha sonra orta Avrupalılar'ın yaptığı gibi, eski Yunanlılar'ın, bunu, şeytanın atı olarak gördüklerini açıklamıştır. Finlandiya'da, bok böceğinin kurtuluşu, fırtınaları ve ürün kayıplarını gidermeye yardımcı oluyordu; oysa, Avusturya'da, bu, hayalet benzeri alametlerle ilişkilendirilmiştir. İsveç'te, bok böceği, doğa üstü güçlerle aşılanmıştır ve doğu Almanya'da ise, bu, cadılarla ilişkilendirilmiştir. Bu bok böceği, ayrıca, hava tahmininde ve fala bakmakta kullanılmıştır. Bir Fransız efsanesine göre, bu, Golgota'daki (İsa'nın çarmıha gerildiği yer) haçın dibindeki İsa'nın kanının damlalarını içmiştir ve bunun, alarm durumlarında böceğin kırmızı sıvının bir damlasını dışarı sızdırdığı gerçeğiyle seyrek bir ilişkisi bulunmaktadır. Geyik böceklerinin (*Lucanus cervus*) kullanıldığı kın kanatlı simgeciliği, Almanya'da ve çevresindeki ülkelerde yaygındır. Geyik böceği, gök gürültüsü ve şimşek tanrısı Thor ile yaygın olarak ilişkilendirilmiştir. Cambefort (1994) göre, bok böceğinin İsa'yı simgelediği ilişkilendirme, yaygın olarak kabul edilmiştir ve Alman ressam Albrecht Durer, pek çok Çizelgesunda, geyik böceğini, İsa olarak konumlandırmıştır. Yaşlı Pliny, hem Yunanlılar'ın hem de Romalıların, hastalığı önlemek için, çocuğun boynuna, bir geyik böceğinin kafasını asmayı önerdiğini gözlemlemiştir. Almanya'da, geyik böceği, halen, geleneksel Bavarya kıyafeti üzerinde bir aksesuar olarak bulunabilir (Ratcliffe 2006).

Avrupa'da ortaçağ'da, Reitter (1961)'e göre, dinsel mahkemeler hayvanların ekinleri, hayatı ve toplumun arazisini etkileyecek kadar büyük sayılara ulaştıklarında davalar

açmışlardır. Bu zararlı hayvanlardan; tırtıl, çekirge ve mayıs böceklerine karşı da davalar açılmıştır. Mahkemenin niyeti, bu hayvanları, kayba neden olan veya tehdit oluşturan faaliyetlerinden feragat ettirtmekti. Yargılama usulleri; dualardan, vaizlerden, şeytan çıkarmalardan ve kutsal suyun kullanılmasından oluşuyordu. İlk duruşma gününde, savcı, sanık (mahkemede kilerin temsilcileri) aleyhindeki suçlamaları okuyordu. Hakim, üç kez, onlara, gazaplarıyla ve lanetleriyle bölgeyi terk etmelerini emrediyordu ve sanıklar, daha sonra, serbest bırakılıyordu. Beklendiği gibi, bunun, hiçbir etkisi yoktu. Üç gün sonra, mahkemenin ikinci safhası, Piskopos ve temsilcilerinin önünde gerçekleştiriliyordu. Davacı, sanığın, ilk mahkemenin kararlarını dikkate almamasını göz önünde bulundurarak, hükmün uygulanmasını talep ediyordu. Bunun sonucu olarak, yargıç, onların yakınlarına beddua ettiği halde, birkaç sanık, mahkemenin önüne çıkarılıyordu ve idam ediliyordu. 1478'de, Lozan (İsviçre) Piskoposu, tüm kırsal bölgelerde, tahribata yol açan mayıs böceklerinin kurtçuk larvalarına karşı yargılama usülleri kurdu. Larvaların, sıradan bir vaiz tarafından kilise kürsüsünden afaroz edildiği açıklandı ve bunun üzerine, dinsel örgütten, üç kez, "Selam, ey Meryem" ve Hazreti İsa'nın öğrettiği "Rabbin duası" söylenerek destek istendi.

Bu halk inançlarının kökenleri ve Avrupa'da yayılması, zamanla kaybolmuştur. Avrupa'daki farklı faunaya ve koşullara uyması için, çoğu Akdeniz kutsal bok böceğinin yerini, Mısır asıl evren biliminden başka amaçlarla diğer bok böcekleri almıştır.

Bazı Avustralyalı aborjinler, bok böceklerini, totem olarak kullanmışlardır. Böceklerin totem olarak kullanımı, sadece küçük bir bok böceğinin ve uzun boynuzlu bir kınkanatlıının (Cerambycidae) larvalarına özel önem veren, orta Avustralya'daki belirli gruplar içerisinde olduğu bilinmektedir. Spencer (1928), totem hayvanının, verimlilik ayinini içeren törenlerin parçası olarak, yendiğini gözlemlemiştir. Eğer totem hayvan, yenmiyorsa, böceğin, sonradan, gıda kaynağı olarak kullanılmasına yetecek sayıya ulaşamaması tehlikesi oluşacağı düşüncesi oluşmaktaydı. Günümüzde, tropiklerde yaşayan yerlilerin, totem olarak taktıkları büyük gergedan böceklerinin boynuzları, taklit kabilinden büyüün göstergeleridir (Ratcliffe 2006).

Koch-Grunberg (1921), "Bok Böceklerinin Dansı" olarak bilinen, kuzeybatı Brezilya'da ki, Kaua halkının maskeli danslarında, el ele dans ederken ve şarkı söylerken, törensel asalarla bir çubuğu (dışkı topağını temsilen), öne arkaya yuvarladıklarını gözlemlemiştir. Koch-Grunberg'in dansa ilişkin yorumu; Bunun, kötü ruhları uzaklaştırma ve verimliliği teşvik etme yeteneği olan sihirsiz arınma gücüne dayanması ve dansın, bok böceğinin davranışına benzemesi şeklindedir.

Reitter (1961), bazı Kızılderililerin, bu hayvanların büyüklüğü (yaklaşık 150 mm) ile ilişkilendirilmiş özel güçlerin, onların yenmesiyle kazanılabileceği inancından (taklit kabilinden büyü) dolayı, *Dynastes hercules*'yi (herkül böceği) (Dynastinae) yediklerini gözlemlemiştir. Bolivya'daki Titikaka Gölü Platosu'ndaki Aymaralar'a göre, belirli bir bok böceğinin, deliliğe yol açtığına inanılmaktadır ve, bazen, deli bir insana değinirken, "birisi, kendisine içmesi için bok böceği vermiş" ifadesini kullanmaktadırlar.

Cambefort (1994), bok böceklerini kapsayan yaradılış mitlerinin, Aksak isimli büyük bir bok böceğinin, kilden erkek ve kadın olarak şekillendirildiği, Güney Amerika'nın Chaco bölgesindeki belirli Kızılderili kabileleri gibi bazı şaman toplumlarında bulunduğunu gözlemlemiştir.

Reitter (1961), söz konusu büyük böceklerle (yaklaşık 40-65 mm) ilişkilendirdikleri "özel güçler"i elde etmek için, Güney Afrika'lı Buşmanlar ve Hotantolar, gergedan böceklerini (muhtemelen *Oryctes* (gergedan böceği) türlerini ya da sentaur böceğini (*Augosoma centaurus*) yemektirler. Bu, taklit maksatlı büyü olarak bilinir ve bu dinsel ayinler (ritüeller), Cherry (2005) tarafından gözlemlenmiştir.

Aztekler, kehanet amacıyla çok parlak kırmızı örümceğe benzeyen bir bok böceğini yere çizilen haçın ortasına yerleştirerek, üzerine tükürüyorlar, eğer bok böceği, kuzeye doğru kaçarsa, söz konusu hedefin öleceği anlamına geliyor, Ancak başka herhangi bir yöne kaçarsa, kişi yaşıyordu (Ratcliffe 2006).

Bok böceklerinin, görünüşte, kendilerine atfedilen tıbbi güçleri de bulunmaktaydı. Bu durum, muhtemelen, dinsel saygıdan kaynaklanmaktaydı. Muskalar, kötü büyülere karşı koruyucu olarak takılıyordu. Birkaç papirüs kağıt belgede, bok böceklerinin halk hekimliğinde kullanıldığına dair bilgiler yer almaktadır. Kınkanatlı böceklerden kaynaklanan büyüsel özellikler konusunu ayrıntılarıyla açıklayan Klausnitzer (1981), dikkat çekici bir şekilde, boynuzlu olan tropikal gergedan böceklerinin, afrodisyak (cinsel istek uyandırma) işlevi gördüğünü açıklamıştır. Böyle bir iksirin etkin olması inancı, bu bok böceklerindeki vücut büyüklüğünün ve özellikle boynuzların gelişimindeki artıştan destek almıştır. Pek çok reçetede, görünüşe bakılırsa, boynuzların, tek başına, suya atılması tavsiye edilmiştir. Bu şekilde hazırlanmış afrodisyak ilaçları, günümüzde de kullanılmaktadır. Ayrıca, Sprecher ve Taroni (2004), ilk başta, cinsel uyarıcı olarak kullanılan geyik böceğinin küllerinin, etkili bir aşk iksiri olduğunu rapor etmiştir. Diğer taraftan, bu böceğin çeneleri, krampları engelleme amaçlı muska olarak ya da idrar söktürücü olarak, Avusturya'da takılmaktadır (Ratcliffe 2006).

Mayıs böceği *Melolontha vulgaris* geçmişte halk hekimliğinde yaygın olarak kullanılmıştır. Larvalarından elde edilen yağ, romatizma tedavisinde olduğu kadar, sıyrıklarda ve diğer yaralarda ilaç olarak kullanılmaktaydı. Şarapta bekletilmiş erginlerinin ise, kansızlığın tedavisinde faydalı olduğu sanılıyordu. Yılın ilk mayıs böceğinin kafasının ısırılarak koparılmasının, 12 ay boyunca, yüksek ateşe karşı iyi geldiğine, ezilmiş mayıs böceklerinin, sara hastalığının tedavisinde faydalı olduğuna inanılıyordu. Romalı bilgin Pliny'nin, iki kertenkele arasında bağlanmış, mayıs böceklerinden haziran böceği *Polyphylla fullo*'nun, sıtma hastalığının tedavisi olduğunu savunduğu söylenmiştir. Klausnitzer (1981), 3 boynuzlu Minotor böceği (*Typhoeus typhoeus* (*Geotrupidae*), boyun çevresine asıldığında, pek çok hastalığa yönelik bir halk tedavisi olduğunu ve bok böceklerinin, kulak ağrısına, mesane taşlarına ve bedende su toplanmasına çare olduğunu bildirmiştir. Hatta, kutsal bok böceğince yuvarlanmış dışkı topraklarının pahalı ilaç tedavilerinde kullanıldığını yazmıştır.

Sonuç olarak, bok böcekleri, büyüklüklerinden, sayılarından ve güzelliklerinden ötürü, insanlıkla etkileşimleri açısından, din, halk hekimliği ve resmi tören süslerinde çeşitli

roller oynamıştır. Bir zamanlar, eski Mısırda ve daha az biçimde Akdeniz kültürlerinde etkin oldukları halde, günümüzdeki hiçbir toplumda din açısından önemli görülmemektedir. Halk hekimliğindeki kullanımları, bazı yerlerde devam etmekle beraber, yayınların çoğunun, günümüz Asya'sında bulunduğu bilinmektedir.

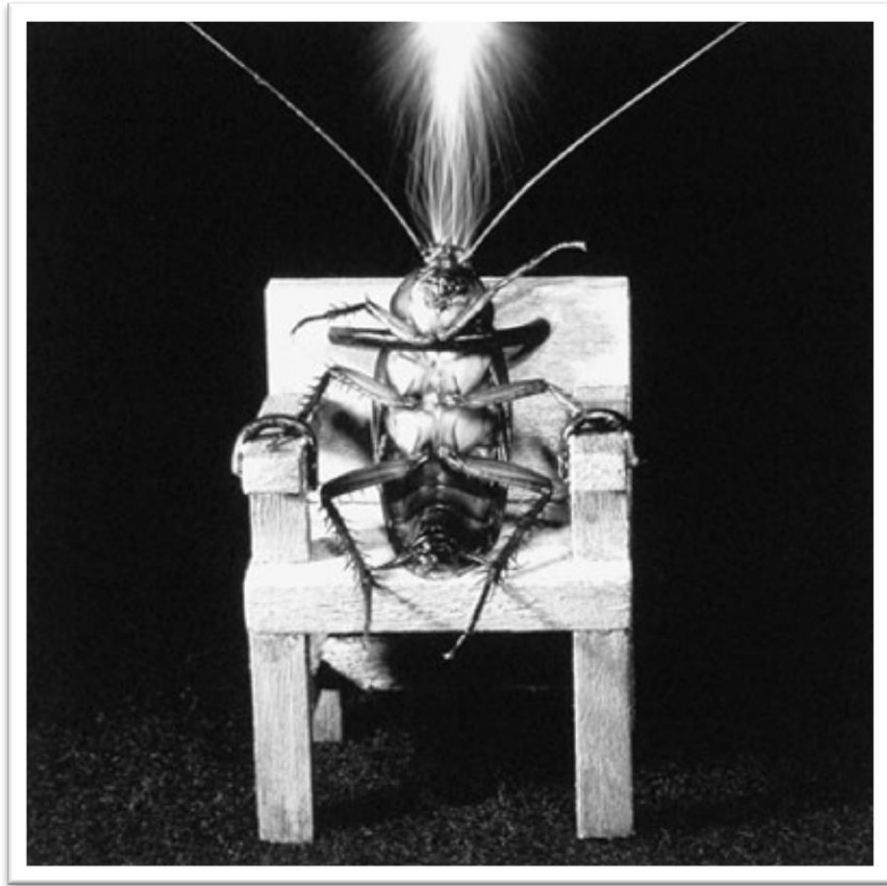
4.2.13.b. Sembol olarak böcekler

Böcek sembolleri, düşüncelerin görsel olarak topluluklara güçlü ve temiz bir şekilde sunulmasına önemli bir şekilde imkân sağlamaktadır. Değişim, endüstri, krallık, sosyal uyum, veba, hastalık, umut, ölüm gibi birçok özelliği sembollemiş böcekler, özgün ve bazı uluslararası sembolik kurumlara ilham kaynağı olmuşlardır. Örneğin; vebalı sinekler, ölüm veya hastalığı, yeraltında henüz olgunlaşmamış bir varlığı büyüttüğü için parşömene resmedilmiş bir ağustos böceği ise ölümsüzlüğü sembollemiştir.

Böcekler sembol olarak, Mısır hiyerograflarında olduğu gibi tahminen MÖ 5600 tarihinde ortaya çıkmıştır ve bir çok kültürel yaratılış efsanesi ile halk hikayelerinin görsel emanetleri olarak bulunmaktadır. Böcekler, kuzey amerikanın güneybatısında, Japon kabartmalarında, Avrupa zırhlarında veya ortaçağ el yazmalarında piktogram olarak bulunabildiği gibi yaygın bir biçimde, kötülük ve uğursuzluğun sembolleri olarak Astek ve Maya ikonlarında da bulunabilmektedir. Günümüz modern kültürlerinde ise, böcekleri sembolik olarak, reklamlarda, pul ve para birimlerinde hatta spor takımları ve askeri birimlerin temsillerinde de bulabiliriz (Anonim 2007).

Böcekler, insanlarda sık sık duygusal reaksiyonları uyardığı için sembol olarak çok iyi bir şekilde kullanılmaktadırlar. Bu duyguları ve fikirleri daha açık ve de güçlü bir şekilde ifade etmek için sanatçılar böceklerden faydalanmaktadırlar. Siyaset, savaş ve çevresel yıkımlar böcek sanatının oluşturulmasında sanatçılara esin kaynağı olmaktadır. Siyasi ve çevresel odaklı politikalarda, duygusal özneler sanatın temaları olarak kullanıldığında böcekler, bu temalara güç katmak ve tepkisel duyguları ortaya çıkarmak için öne sürülmektedirler. Örneğin; toplumun dikkatini çekmek için anti marksist karıncalar, hamam böcekleri, militar böcekler ve karınca bayrakları gibi pek çok sembol

kullanılmıştır. anti Marksist karıncalar “sayfalara yapıştırılmış böcekler”in kitabının üreticisi Alberto Faietti’nin ürünüdür. Faietti karınca topluluğunun karl marx’a üçüncü mektubu çalışmasında ayrıntılı metinlerin oluşumu ve karınca vücudunun yapısını inceleyen “no”kelimesiyle biten denklemlerinde insan sosyalizmini yorumlamıştır. Hamamböceği infazıda Cathrine Chalmers’in fotoğraf ve video galerisine aittir. Hamam böcekleri elektrikli idam, idam yada yakarak infaz gibi insanların uygulamalarıyla ilgili kışkırtıcı soruları gündeme getirmiştir (Şekil 4.100).



Şekil 4.100. İdama karşı sembolize edilmiş bir hamam böceği (Anonim 2010d)

Militarist böceği, anlaşılmaz İngiliz “Banksy”e aittir. Eser amerikan müzesinde savaş karşıtı cevapların bir parçası olarak bulunmaktadır. Bir alacalı böcek, kısa menzilli füzeler ve uydu çanağıyla donatılmıştır (Şekil 4.101).



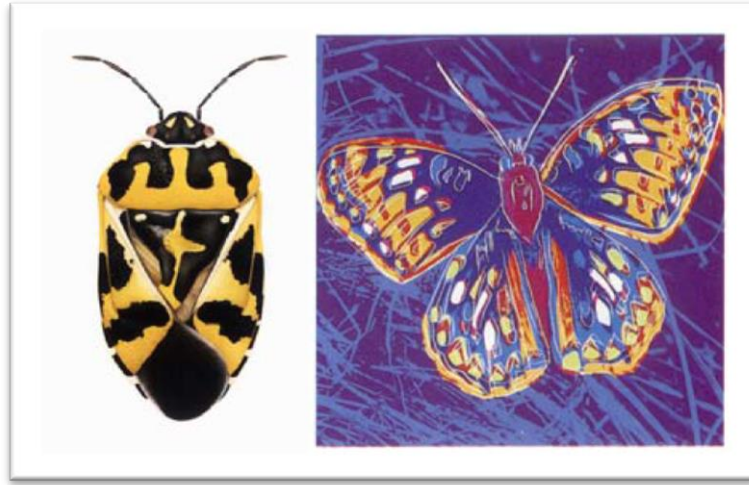
Şekil 4.101. Militarist böcek (Anonim 2012)

Yukinori yanagi'nin sanatı diğer politik konulu böcek sanatlarının aksine canlı böcekleri göstermektedir. Çoğu çalışmalarda, ya siyasi bayrakları ya da kağıt paraları şekillendiren bütün karınca kolonileri, renkli kumların üzerine şeffaf bir şekilde monte edilmiştir. Karıncalar, ilk olarak Yanagi tarafından siyasi sınırları yıkarak kum tanelerinin yerini almıştır (Şekil 4.102).



Şekil 4.102. Karınca bayrakları (Anonim 2012c)

Çevre odaklı böcek sanatı, büyük çevre felaketlerinin yaşanması yüzünden politika odaklı böcek sanatının önüne geçmiştir. Biyolojik çeşitliliğin yok olması, doğanın tahribatı ve doğal kaynakların yok olması tüm sanatçılara böcek sanatını oluşturmada ilham kaynağı olmuştur. Bu popüler sanatı inkâr etmesine rağmen, Andy Warhol, kelebeğide içeren nesli tükenmekte olan hayvanların resimlerinden oluşan bir katalog oluşturmuştur (Anonim 2007). Böcekler, aynı zamanda, çevresel koruma hareketlerinde de, siyasi motivasyonun sağlanması için sanatçılara ilham kaynağı olmuştur. Örneğin; Cornelia Hess Honegger, Çernobil, üç mil adası ve diğer nükleer istasyonlarda bulunduğu mutasyona uğramış böcekleri resmederek nükleer güç santrallerinin bazı etkilerini belgelemiştir. Warholde ise, çalışmalarının birinde nesli tükenmekte olan bir kelebeği bulundurmuştur (Şekil 4.103) (Anonim 2007).



Şekil 4.103. a) Mutasyona uğramış, b) nesli tükenmekte olan kelebek (Anonim 2007)

Bunlara ilaveten, böcekler, duyguları uyandırmak için bir sembol olarak da hizmet etmektedirler. Örneğin; Asya kültürleri, şarkı söyleyen böcekler ve özenle dekore edilmiş böcek yuvalarını üretip ticaretini yapmaktadırlar. Şekil 4.104’de müzik aletleri şeklinde sembolize edilmiş böcekler görülmektedir.



Şekil 4.104. Müzik aletleri şeklinde sembolize edilmiş böcekler (Anonim 2014d)

4.2.13.c. Ss, takı eşyası olarak böcekler

Bok böceklerinin parlak renkli kısımları (pronotum ve bacaklar) ve etkileyici boynuzları, hem kıyafetleri hem de vücutları süslemek için, eski çağlarda yaygın olarak kullanılmıştır. Bu böceklerin vücut kısımları, çekici veya estetik açıdan hoş oldukları için takı olarak takılmakla beraber, uğur, korunma, cesaretlilik ve verimlilik amacıyla, üzerine bok böceği efsunları, muskaları ve boncukları dizilmiş kolyeler ve yüzükler de takılmıştır. şekil 4.105'de eski Mısır'da simgenin ve modanın zeminine göre yapılmış bok böceği yüzüğü görülmektedir (Anonim 2011f).



şekil 4.105. Bok böceği yüzüğü (Anonim 2012f)

Tarih ncesi Mısır'da, bok böceklerinin süs eşyası olarak kullanıldığı görülmemesine rağmen, 1. hanedan başlarında (M 3000 dolaylarında), Mısır kültürü, bok böceği şeklindeki küçük bir kaymak taşı üretmiştir. İngiliz Mısır bilimcisi Flinders Petrie'ye göre, çanta, bir gerdanlığa takılacak şekilde tasarlanmış ve gerçek bir kın kanatlı içerecek biçimde yapılmıştır (Anonim 2011f).

Eski Mısır'da, rağbet gören bok böceği kuyumculuğu, ya bok böceği biçiminde oyulmuş taşlardan ya da çoğunlukla, gerçek kınkanatlı kabukları ya da dış iskeletleriyle bezeli

Victoria dönemi parçalarından yapılmış mücevherlerdir (Şekil 4.106). Bu kınkanatlılar, kelebek kuyumculuğunda kullanılan kanatlar gibi genellikle, Güney Amerika'dan getiriliyordu (Ratcliffe 2006).



Şekil 4.106. Bok böceğinin dış iskeletinden tasarlanmış takı (Anonim 2011f)

Afrika'da, özellikle Sahra'nın güneyinde bulunan çeşit çeşit bok böcekleri, Dynastinae alt ailesinde bulunan *Augosoma centaurus* ve *Oryctes* türleri, giyim eşyası, başlık, mücevher veya törensel nesne parçalarının üzerine, süs olarak kullanılmıştır. Amazon yağmur ormanlarındaki bazı geleneksel insanlar böcek kanatlarıyla veya genç kızsineği ile oluşan takıları giyerek güzelliklerini artırmışlardır (Ratcliffe 2006).

Geleneksel kültürler tarafından kullanılan süsler, kesin olarak süsleyici amaçlı değildir; bunlar, kendisini taşıyan kişinin gücünü artırdığına inanılan, uğurlu bir doğaya sahiptirler. Bu nedenle, mümkün olduğu kadar sık biçimde, yenebilir nesneler, özellikle estetik nitelikler ve şaman simgeciliğine sahiplerse, süs olarak kullanılırlar. Bu durum, bazı metalik veya boynuzlu kın kanatlılarda görülmektedir. Parlak, metalik renkler, güneş suretini ve aydınlık gökyüzünü akla getirmektedir; boynuzlar, eğer onu taşıyanlar uçabilirse, yukarı yükselmeyi simgelemektedir.

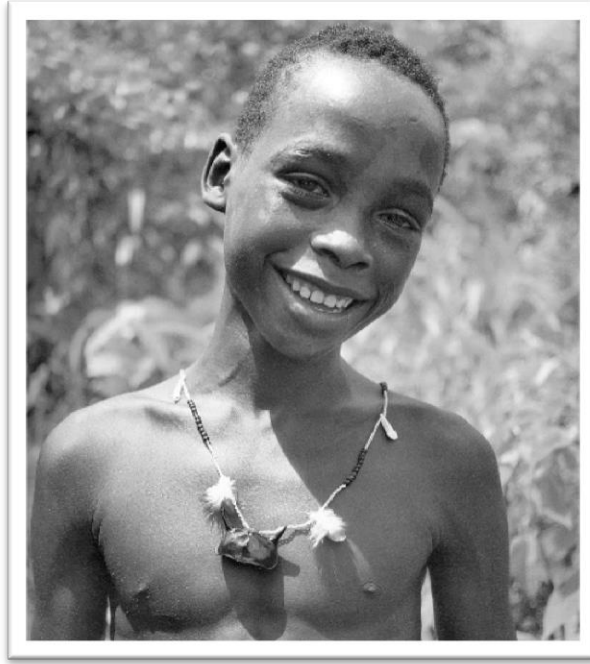
Eş zamanlı olarak, “ilkel” toplumlar, geyik böceklerinin ve gergedan böceklerinin “boynuzlarını” olduğu kadar, süslü böceklerin ya da bambulların parlak kın kanatlarını da kullanmaktadırlar. Örneğin; Japonya’da MS 592’de tahta çıkan İmparatoriçe Suiko için yapılmış olan Nara şehrindeki Horyuji tapınağındaki Tamamushi mahfazasının üzeri, *Chrysochroa fulgidissima* (mücevher böceği) gibi süslü böceklerin (9000 kadar) kanatlarıyla süslenmiştir (Anonim 2011f).

Latin Amerika’da, kuşların tüyleri, resmi tören süslerindeki temel bileşenlerdir, ancak süsler, parlak renkli böceklerin, özellikle bok böceklerinin ve odun delen böceklerin (Buprestidae) kanat örtülerinden de yapılmaktadır. Ekvator’un doğu ovalarındaki Jivarolar, *Chrysophora chrysochlora*’nın (Parlak yaprak mayıs böcekleri) (Rutelinae) parlak, metalik yeşil elitrasını, pronotumlarını veya tüm vücutlarını kullanarak, güzel başlıklar yapmaktadırlar (Şekil 4.107). Aşağıdaki resimdeki oklar, erginin yer aldığı Jivaro başlığıdır. Her bir kın kanatlı, 30 mm uzunluğundadır.



Şekil 4.107. Saç kordelasındaki üç tüm *Chrysophora chrysochlora* (Ratcliffe 2006)

Sabah (2004), Ekvator'daki Şuar ve Sekoya Kızılderililerinin de benzer kullanımlarının olduğunu açıklamıştır. Brezilya, Venezuela, Kolombiya ve Guyanalar'da, büyük gergedan böceklerinin boynuzları da kolye şekline getirilmektedir (Şekil 4.108).



Şekil 4.108. G. Amerika'da Kızılderili bir çocuğun taktığı *M. actaeon*'un pronotumu

Ruddle (1973), Venezuela ve Kolombiya'daki Yupkaların, yusufçukların arka kanatlarıyla birlikte, büyük kın kanatlıların arka kanatlarını ve elitrasını kolye süsleri olarak kullandığını ve büyük böceklerin, özellikle *Podischnus agenor*'un femurlarını, böcek ayraçları olarak kullandıklarını belirtmiştir.

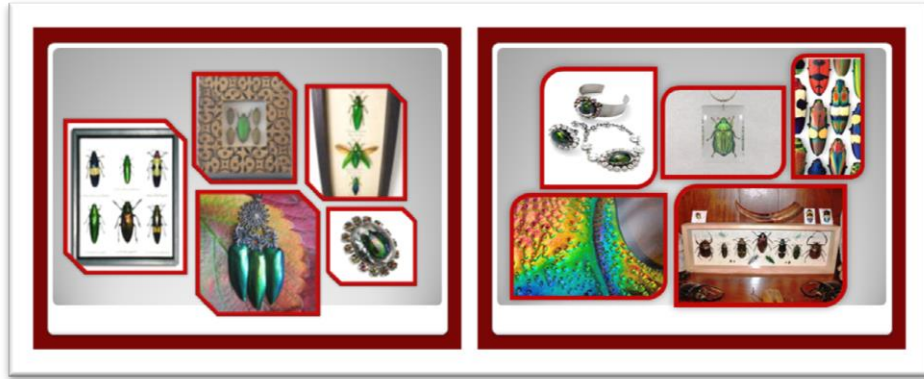
Bok böcekleri, çoğunlukla, çağdaş kültürlerce sanat (resim, heykel, sepetler, tahta, vernikli tahta eşyalar) için kullanılmaktadırlar. 1900 yılının Yeni Sanat (Art Nouveau) kuyumculuğu sayesinde Batı Medeniyeti, kın kanatlılarla (özellikle *Buprestidae* familyası) ve diğer böceklerle zengin bir şekilde süslenmişlerdir. Avrupa ve Amerika kıtasında gerdanlıklar, broşlar, kulak küpeleri ve tunç üzerine oturtulmuş kınkanatlılar süs eşyası olarak kullanılmıştır. Günümüzde halen daha Meksika'da, mücevherlerle süslenen canlı kınkanatlı böcekler broş (Şekil 4.109) niyetine yakaya takılmaktadır.

Birbirinden renkli taşlarla süslenen böcekler, Meksikalı kadınların yanı sıra turistlerden de büyük ilgi görmektedir. İnce bir altın ya da tunç zincirle yakaya iliştirilen böcekler, kıyafetin üzerinde sınırlı bir bölgede dolaşabilmektedir. Ancak, böcek broşların ülke dışına çıkartılmaları yasak (Anonim 2011f).



Şekil 4.109. Mücevherlerle süslenmiş canlı böcek broş (Anonim 2014n)

Genel olarak takı ve süs eşyası olarak kullanılan kınkanatlılar ailesine ait Buprestidler; Çoğunlukla parlak renklere sahiptirler. Daha çok mavi, yeşil, siyah, kırmızımsı, sarı veya bakıra çalan parlak madensel renktedirler. Tropik bölgelerde yaşayanlar, son derece güzel ve çarpıcı renklerde olup, özellikle erguvani ve parıltılı renklere sahip bazı türler, o kadar göz alıcı renk ve desenlerde olurlar ki, bunlar böcek koleksiyoncularının her zaman fazla paralar ödeyerek sahip olmak istedikleri böcekler arasında en üst sıralarda yer alırlar. Bu özellikleri sebebiyle bunların bazı türleri süs ve mücevher olarak da kullanılmaktadır (Şekil 4.110). Bu türlere ait bireylerin, elytron'larıyla, vücutlarının diğer bazı kısımlarına ait parçalar, süsleme ve güzel sanatlarda kullanılmakta, küçük boyda olan bazı türleri de mücevherciler tarafından değerli taşlar gibi alınıp satılmaktadır. Hatta bu sebepten dolayı, İngilizce olarak bu böcekler, "Jewel beetles" ismiyle de anılırlar. Ne var ki, bugün mücevhercilikte bu böcekler eskisi gibi yaygın olarak kullanılmamaktadır (Lodos ve Tezcan 1995).



Şekil 4.110. Buprestid'lerden yapılmış küpe, yüzük, kolye ucu, anahtarlık ve pano

4.2.13.d. Görsel sanatlara konu olan böcekler

Görsel sanatlara konu olan böcekler, uzun bir tarihi geçmişe sahiptir. Uzun yıllar önce var olan böcek çizimleri, resimleri, heykelleri ve boyanmış materyaller bu geçmişe ışık tutmaktadır. Böcek sanatları, böceklerin kendilerini içeren herhangi bir materyalle yapılabilir. Taşlara ve bizon kemiklerine çizimleri yapılabildiği gibi, insan etine dövmeleleri bile yapılabilir. Bununla birlikte, balmumu ve metallere de resmedilmişlerdir. Bu resmedilmiş böcekler, Kuzey Amerika'nın güneybatısındaki çömlekleri, yunan seramiklerini ve mısır fresklerini süslemiştir (Anonim 2007).

İnsanların çizdiği bilinen ilk böcek resmi, 20,000 yıl önce, pro-magnan insan tarafından bir mağarada sahnelenen bizon kemiğine kazınan böcek resmidir. Şekil 4.111'de MÖ 8000 tarihli İspanya'da bir örümcek mağarasında tebeşir çizimi bal toplayan kadın resmi ile balıkçılık için kullanılan gerçek sineklerin aşırı bir örneği olan ve Bill Logan tarafından görüntülenen natürmort su böceği heykeli görülmektedir (Anonim 2007).



Şekil 4.111. Bal toplayan kadın ile natürmort su böceği heykeli (Anonim 2007)

Afrika’da arılardan faydalandığına dair kayalar üzerine resmedilmiş resimler vardır. Avrupa, Güney Afrika ve Kuzey Amerika’da, binlerce yıllık Kızılderili çömleği, yunan seramikleri, Afrika muskaları ve asya resimlerinde olduğu gibi böceklere ait tarih öncesi Petroglaf lar ve Piktogram lar bulunmaktadır. 19. yüzyılın ilk yıllarının en önemli araştırmacısı Kano Kagenobu, Asyalı sanatçıların yaklaşık 1000 yıllık stillerinde böcek taslaklarının stillerini ortaya çıkarmıştır (Anonim 2007).

Böcek sanatının büyük kültürel mirası tüm dünyada görülmesine karşılık, en çok belgelenmiş ve erişilebilir materyaller batı sanatında bulunmaktadır. 17. yüzyıldan önce böcekler, batı sanatında ruh, geçici yaşam ve isa mesih’in görünümü gibi dinsel anlam yüklüydüler ve aynı zamanda, portrelerde de ortaya çıkmaktaydılar. Örneğin; bazen portrede bir sineğin gerçekçi tasviri, portredeki nesnenin öldüğü anlamına gelmekteydi. 16.yüzyılda Katolik kilisesindeki reformlar sebebiyle ikon karşıtları dinde ve batı sanatında dinsel görüntülere yasak koyunca, böcekler, farklı amaçlar için sanatçı lar tarafından kullanılmaya başlanmıştır. 17. yüzyılda Belçika ve Hollanda’da hayat tarzlarının değişimi ile daha az dini sanat tarzları ortaya çıkınca, sanatçı lar sürekli böcek resimleri yapmaya başlayarak entomoloji bilimine katkıda bulunmaya başladılar. Sanatçı lar ve bilim adamları, böcek resimleri ve çizimleri ile böcek bilimini desteklemek için estetik ve gerçekçiliği birleştirmişlerdir. 18. yüzyılın hemen hemen tamamında ise, batı böcek sanatı günlük hayatın içinde devam etmiştir. Örneğin; James McNeil Whist’ler bir kelebeği kendi imzası olarak kullanmış, Vincent Van Gogh ise, böcekleri hayatının son yıllarının konusu olarak çizmiştir. 19. yüzyıldan 20. yüzyıla

geçerken böcek sanatına karşı bir saygınlık oluşmuş, yeni, sürrealist modern ve çağdaş sanatçılar böcekleri baskın bir şekilde kullanmaya başlamışlardır. Yeni sanat doğal motifleri kucakladığı için sanatçılar, böceklere resimlerinde, heykellerinde, züccaciye, mobilya ve seramikler gibi yararlı dizaynlarında yer vermişlerdir. Emile Galle böceksel mobilya üretmiş, Rene Lalique'nin çok ünlü takılarının bazıları heykelleştirilmiş böceklerden oluşmuştur. Fransız sanatçı E.A. Seguy, kelebeklerin ve diğer böceklerin gerçeğe uygun ve dekoratif örneklerini üreterek, doğanın süslü sanatlarda kullanılmasını teşvik etmiştir (Anonim 2007).

Dünyanın dört bir yanındaki modern ve çağdaş böcek sanatı sanatçıları, çalışmalarında böcekleri kullanmaya devam etmekle beraber, günümüz modern sanatında böceklerin kullanımı çok yoğundur. Örneğin; Albert dürer'in "Stag Beetle (erkek böcek)" adlı eserinde gerçek böcekler sahnelenmektedir. Çağdaş sanattaki gerçeğe uygun böcekler Mark Fairningto'nun resimlerinde de yer almaktadır. Bill Logan ve Tom Friedman'ın heykellerinde ve ayrıca Patrick Bremer ve Lorenzo Possentinin büyük böcek heykellerinde gerçeğe yakın böcekler bulunmaktadır. David Prochaska böcek ilaç kutularının üzerinde böcekleri tasvir etmiştir. April Vollmer böcek düzenlemelerinin gravürlerini oluşturmaktadır. Anna Klein hala değişmeden bulunan gerçeğe uygun böceklerin yaşam konulu kompozisyonlarını üretmektedir. Şekil 4.112'de a) Z. Rivers'in Viktorya koleksiyonunda bulunan "şarkı söyleyen" böceklerin yeşil metalik ön kanatları, b) E.A. Seguy'in tasarımı, c) Entomological Cabinet of Curiosity kitabından K. Anna Klein'e ait böcek natürmortları görülmektedir (Anonim 2007).



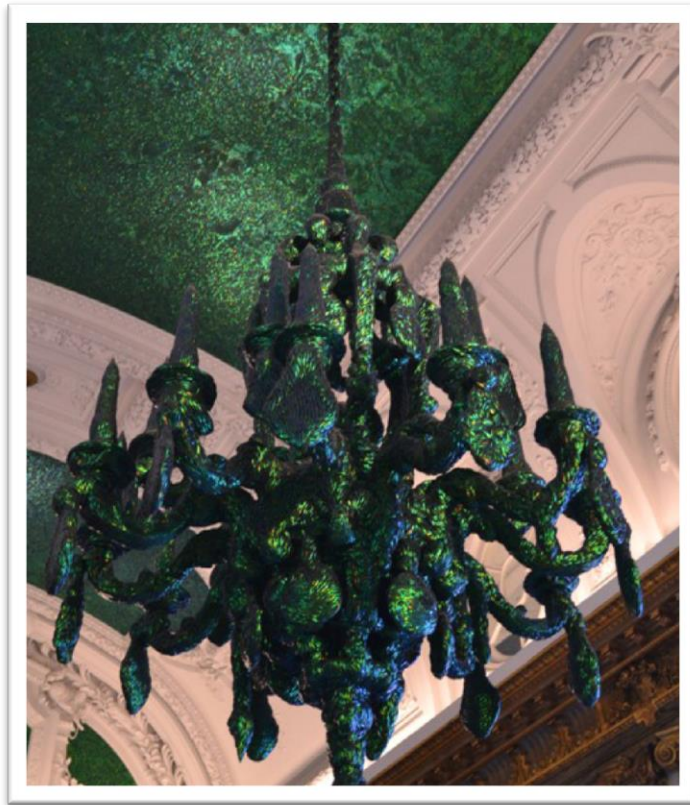
Şekil 4.112. a) Şarkı söyleyen k., b) Seguy'in tasarımı, c) Klein'in natürmortları

Heykel böcekler, Japonya'daki Edo döneminin ahşap böcek oymaları gibi veya Antonio Canova'nın Cupid ve Psyche mermer oymaları gibi oyulabilirler. Heykelleştirilmiş böcekler aynı şekilde dokuma ya da rastgele içerikli kuş tüyü veya saç tüyünden (tom friedman'ın heykelleri) gibi çeşitli materyallerle de yapılabilir (Anonim 2007). Günümüzde; dünyanın en büyük sivrisinek heykeli Komarno, Manitoba'da turistlerin ilgisini çekmek üzere yol kenarına yerleştirilen heykeldir (Şekil 4.113). Kanada'nın Sivrisinek Merkezi olarak bilinen Komarno, adını Ukrayna dilinde "sivrisinek" anlamına gelen sözcükten almıştır. 1864 yılında yapılan heykel çelikten oluşmakta ve kanat açıklığı 4,5 metreye ulaşmaktadır. Heykel, aynı zamanda, bir rüzgâr fırılacağı işlevini de görmektedir (Anonim 2010 b).



Şekil 4.113. Komarno'da ki dünyanın en büyük sivrisinek heykeli (Anonim 2010b)

Birçok böcek sanatçısı film ya da fotoğrafçılığı kullanmakta, böceklerin vücut parçalarının çeşitli kısımları da sanat medyasında kullanılmaktadır. Bazı sanatçılar, çalışmalarında sağlam böcek cesetlerini kullanmaktadır. Kazuo Kadonaga kozaların içinde öldükleri ve sergilendikleri ahşap kasalara bağlı 110,000 ipekböceği yetiştirmiştir. Jennifer Angus tüm odaları geometrik böcek dizileriyle süslemiştir. Jan fabre içinde Belçika kraliyet sarayının tavan ve avizelerinin (Şekil 4.114)'de olduğu yapıları böceklerle veya böcek kanatlarıyla kaplamıştır (Anonim 2007).



Şekil 4.114. Kraliyet Sarayının böceklerle kaplı tavan ve avizesi (Anonim 2012d)

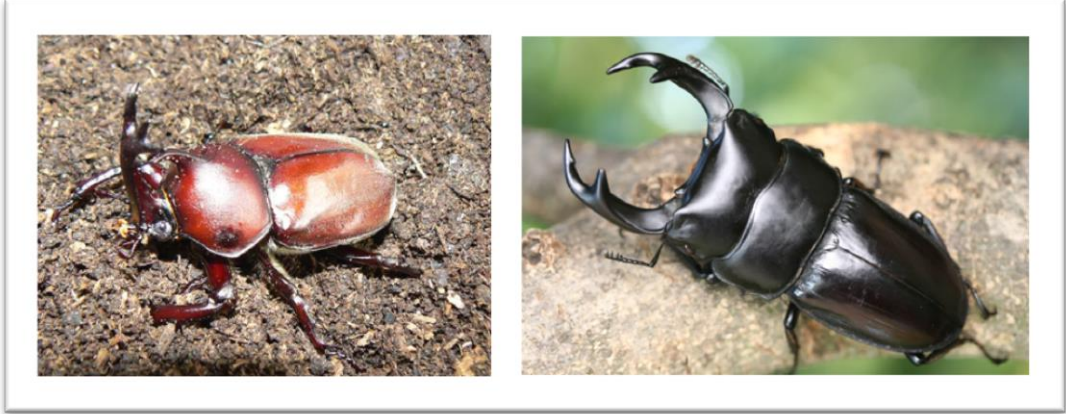
Sonuç olarak; böcekler, insan kültürel tarihinin ve türünün yaratıcılığının her zaman bir parçası olmuştur. Tarihi mağaraların duvarlarında kaydedilen böcek sanatı spektrumları, geçmiş uygarlıkların eserleri ve yapılan festival ve sergiler bunlara birer örnektir. Böcekler, sanatçılar için bazen ilham, bazen konu ve bazende hammadde olmaktadır. Böceklerin her yerde bulunmaları, insanların yaratıcılık ve hayal gücünün sınırsız

olması gibi nedenlerle, gelecekte de insanların, sanatsal girişimlerinde böceklere olan alakasının devam edeceği görülmektedir (Anonim 2012d).

4.2.13.e. Ticareti yapılan böcekler

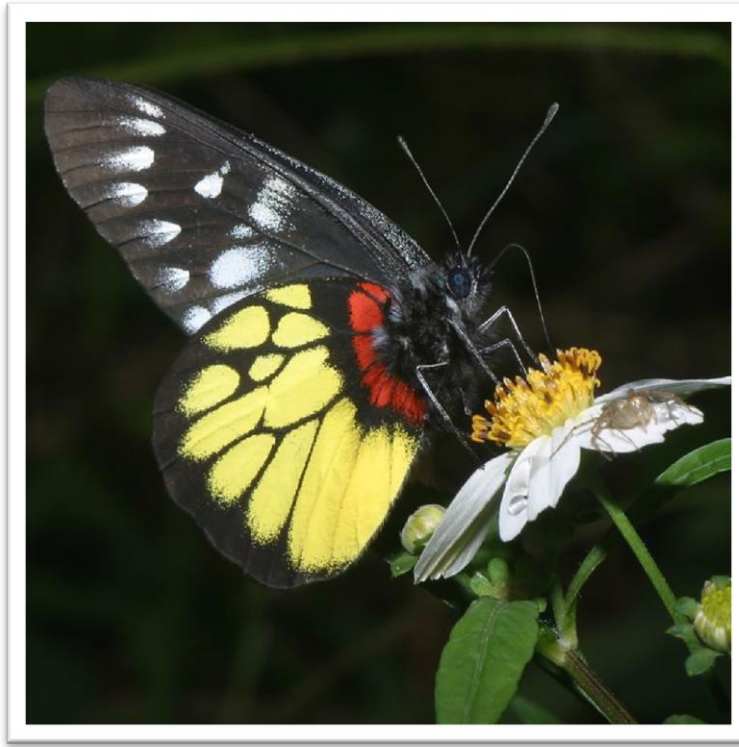
Çoğu böcek türü, bilimsel araştırmalarda kullanılmak, korumak ve doğaya tekrardan aşılama için üretilir ve ticareti yapılır. Genetik ve gelişim ile ilgili bilgilerimizin çoğu, 10 günde yeni nesil üretebilen, yüksek yumurtlama oranına sahip ve basit mayalı bir ortamda yetiştirilebilen *Drosophila melanogaster* ile yapılan araştırmalara dayanır. Cırcır böceği, un kurdu (Tenebrionidae larvası), kan kurtları (tatarcık larvası), çekirgeler ve hamam böcekleri evcil hayvanları beslemek ya da olta balıkçılığında kullanılması için toplu halde üretilip satılırlar. Ayrıca evcil hayvan olarak böcek besleyenlerin sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Scarabaeidae, Lucanidae, peygamberdeveleri, baston böcekleri ve tropik hamam böcekleri bunlara örnektir ve bakımları oldukça kolaydır (Sert 2003).

Böcek ekoturizmi henüz gelişmekte olsa da böceklere olan ilgi arttıkça ekonomik değerleri de artmaktadır. Özellikle Japonya'da çocuklar arasında gergedan böcekleri (Scarabaeidae, *Allomyrina dichotoma*) (Şekil 4.115) 3-7 dolara, geyik böcekleri (Lucanidae) ise, 10 dolara satılmaktadır. 7.5 cm boyundaki geyik böcekleri (Lucanidae, *Dorcus curvidens*) (Şekil 4.115) 40,000-150,000 yen (300-1250 \$) arasında alıcı bulmaktadır. Fiyat, böceğin kültür ya da doğal ortamdan toplanmasına bağlı değişmektedir. Japon koleksiyonculardaki bu tutku, diğer ülkelerdeki çeşitli böcek dükkânlarına örnek olmaktadır (Sert 2003).



Şekil 4.115. *Allomyrina dichotoma* (Anonim 2010a) ve *Dorcus curvidens* (Anonim 2011a)

Resmi istatistiklere göre, 2002 yılında geyik ve gergedan böceklerinden toplam yaklaşık 680,000 böcek Güney ve Güneydoğu Asya'dan ithal edilmiştir. Coleoptera takımı dışında ayrıca; Japon ve Alman turistler çok nadir bulunan Vietnam kelebeklerinin (Şekil 4.116) adetini 1000-2000 dolara satın almaktadır (Sert 2003).



Şekil 4.116. Vietnam kelebeği (Anonim 2013d)

4.3. İnsanların Böcekler Üzerindeki Etkileri

İnsanoğlunun, yeryüzünde yerini almasından sonra, doğal kaynakları amacına uygun olarak gelişi güzel kullanması, doğal dengenin bozulmasına neden olmuştur. Bu durum günümüzde büyük boyutlara ulaşmıştır. İnsan dışında kalan diğer canlıların, içgüdüsel olarak doğal dengeyi koruma yönünde büyük bir titizlik göstermesine karşın, insanoğlu, egoistçe ve yarınları düşünmeden doğayı tahrip etmekte ve bizzat kendine de istemeden kötülük yapmaktadır. Günümüz ekologlarının çoğunun birleştiği nokta "insanın doğanın en tahripkar canlısı" olduğudur. İnsanın yeryüzünde daha rahat yaşaması ve daha iyi beslenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çeşitli faaliyetler tüm flora ve faunayı olumsuz yönde etkilemektedir. Kışlalıoğlu ve Berkes (1985), 1600-1900 yılları arasında insan eliyle 75 kuş ve memeli hayvan türünün yeryüzünden yok edildiğini; 1900'den beri de 75 kuş ve memeli hayvan türünün ortadan kaldırıldığını bildirmektedirler. 1900 yılına kadar her dört yılda bir tür kaybolurken 1900'den sonra bu rakam yılda bir türe yükselmiştir. Yeryüzündeki faunanın yok oluş hızında insanın rolü, bilim ve teknolojinin ilerlemesine paralel olarak hızla artmaktadır. Eski zamanlara oranla, omurgalı hayvanlar arasındaki yok oluş hızı günümüzde 40-400 kat artmıştır. İnsanın doğa üzerindeki olumsuz etkileri gün geçtikçe daha da artmakla birlikte, flora ve faunadaki yok oluşun büyüklüğü de gün geçtikçe artmaktadır.

Tür sayısı itibariyle hayvanlar aleminde en büyük paya sahip olan böceklerdeki yok oluşlar, vücut boyutlarının oldukça küçük olması nedeniyle genellikle gözden kaçmaktadır. Herhangi bir yerde gerçekleştirilen ve uzun yıllar süren sürvey çalışmaları bu yok oluşları yansıtan en önemli göstergelerdir. Avrupalı'ların Amerika kıtasına ayak basmalarından sonra bitki ve hayvan türlerinde önemli azalmalar olmuştur. Yok olan hayvanlar arasında % 6.6 oranıyla böcekler yer almaktadır (Pyle *et al.* 1981).

4.3.1. Tarımsal faaliyetlerin böcekler üzerindeki etkileri

Artan nüfusun besin gereksinimini karşılama yönünde, yeni tarım alanları kazanmak ve birim alandan daha çok ve daha kaliteli ürün alabilmek maksadıyla başvurulmuş değişik tarımsal faaliyetler sonucu böcekler, direkt veya endirekt olarak etkilenmektedirler.

1. Yeni tarım alanları kazanmak için başvurulmuş yollar

Dünyanın bazı geri kalmış yöreleri hariç, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğunda tarım yapılacak alanlar sınır noktasına gelmiş bulunmaktadır. Ormanların ve çalılıkların kesilerek veya yakılarak yok edilmesi, bataklık alanların kurutulması ya da drenajı ve doğal kumsal alanların tarım alanı haline dönüştürülmesi böcekler üzerinde önemli etkilerde bulunmaktadır. Bazı durumlarda geniş, doğal habitatların tarımsal amaçlarla değiştirilmesi bazı böcek popülasyonlarında önemli kayıplara yol açmaktadır. Ormanlık alanların tarım alanlarına dönüştürülmesi ve her iki ekosistemin iç içe girmesi sonucu bazı böcek türlerinin biyoloji ve davranışlarında değişimler görülür. Orman içlerine kadar sokulmuş bir tarım alanında yetiştirilen kültür bitkilerinin bilinen faunasında bazı değişimler gözlenir. Yeni konukçu bitkilerle yüzyüze gelen ormanın zararlı böcekleri, bazı durumlarda yeni konukçu bitkiyi daha çok tercih ederek orada önemli zararlar meydana getirebilmektedirler. Örneğin; Özdere (İzmir)'de *Styrax officinalis* 'in hakim olduğu bir ormanlık alanda bu bitkilerin tarım alanı kazanmak amacıyla kesilmesi ve kazanılan alana Satsuma mandarini dikilmesiyle *S. officinalis*'te zarar yapan *Cacoecia* sp. (Lepidoptera; Tortricidae), konukçusunun yok olması nedeniyle Satsuma mandarinine saldırmış ve önemli zararlar meydana getirmiştir. Buna benzer bir olayda; geniş boyutlarıyla Avustralya kıtasında yaşanmıştır. Avrupalıların bu kıtaya yerleşmeye başladığı 1825 yılından önce bu kıta toprakları kısmen Okaliptüs korulukları, kısmen de *Acacia* spp., *Atriplex* spp. ve diğer bazı çalı türleriyle kaplıydı. Bu kıtaya özgü bir çekirge türü olan *Austroicetes cruciata* (Orthoptera; Acrididae)'nin (Şekil 4.117) rezervasyon alanları otluk alanlar olup toplam alanın çok az bir kısmını oluşturmaktaydı. Avrupalıların bu kıtaya göç etmelerinden sonra, buğday yetiştirmek amacıyla tarımalanınınadönüştürülmesinden sonra söz konusu çekirge popülasyonu aşırı

derecede artmış ve epidemiler arka arkaya görülmeye başlanmıştır. Zira yeni tarım alanları, zararlı çekirge türünün yumurta bırakmasına ve gelişmesine son derece uygun habitatlar oluşturmuştur (Andrewartha 1973).



Şekil 4.117. *Austroicetes cruciata* (Anonim 2008a)

Bunun tam tersi bir olay da; Hawaii adalarında görülmüştür. Bu adalarda ormanlık alanların çayırıklara, ananas ve şekerkamışı plantasyonlarına dönüştürülmesi birkaç yüz yerli böcek türünün tamamen yok olmasına neden olmuştur (Pyle *et al.* 1981).

2. Ormanların yakılmasıyla yeni tarım alanlarının açılması

Tepe veya taç yangını şeklinde olan büyük yangınlarla bir ormanın tamamen ortadan kalkması orada bulunan flora ve fauna için tam anlamıyla bir felakettir. Özellikle böcek türleri bu gibi yangınlarda tamamen yok olur. Orman yangınından sonra bu alanda toprağın erozyonla aşınması sonucu toprakta yaşayan böcek faunasındaki kayıplar çoğunlukla dikkati çekecek düzeydedir.

3. Bataklık ve sazlıkların kurutulması ve drenaj çalışmaları

Yeni tarım alanları kazanmak amacıyla bataklık ve sazlıkların kurutulması ve su tutan yerlerde uygulanan drenaj çalışmaları özellikle sucul ve yarı sucul koşullara adapte olmuş böcek komunitaselerindeki birçok böcek türünün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalması veya tamamen yok olması sonucunu doğurur. Örneğin; İngiltere'deki bataklık çayırların drenajı, bu ülkeye özgü bir tür olan *Lycaena dispar* (Lepidoptera; Lycaeniidae)'ın (Şekil 4.118) popülasyonun kökünün kazınmasına neden olmuştur. Ayrıca, bazı su kaynaklarının kapatılması *Speyeria nokomis coerulescens* (Nymphalidae)'in (şekil 140b) elimine olmasına neden olmuştur (Pyle *et al.* 1981).



Şekil 4.118. a) *Lycaena dispar*, b) *Speyeria nokomis coerulescens* (Anonim 2007a)

Kurutulan bu gibi alanların tarıma açılması sonucu eskiden yarı sucul ortamda yaşayan nötral karakterli böcek türlerinin zararlı olarak ortaya çıkmaları da her zaman için olasıdır. Örneğin; ABD'nin kuzey batısında bataklık ve ıslak topraklarda yaşayan *Limoniis californicus*, *L. infuscatus*, *L. canu* ve *L. subauratus* (Coleoptera; Elateridae) isimli 4 Telkurdu türü bu alanların tarıma açılması sonucu kültür bitkilerinde zararlı hale gelmiştir (Kansu 1983).

4. Doğal kumsal alanların tarıma açılması

Özellikle orta enlemlerde yeni aluviyal toprakların tarım alanlarına dönüştürülmesi bazı böcek türlerinin popülasyonlarının düşük olmasına neden olmaktadır. Örneğin; Kuzey Amerika'da kumsal alanlardaki doğal flora üzerinde yaşayan *Euproserpinus euterne* ve *E. wiesti* (Lepidoptera; Sphingidae) (Şekil 4.119), bu toprakların tarıma açılması ve buralarda hububat yetiştirilmeye başlanması sonucu popülasyon düzeyleri oldukça düşmüştür (Pyle *et al.* 1981).



Şekil 4.119. a) *Euproserpinus euterne*, b) *Euproserpinus wiesti* (Anonim 2008b)

Bunun yanı sıra, tarımsal faaliyetlerdeki ilerlemeler; besin miktarını artırarak, bir böcek için uygun olan bir besini önceden bulunmadığı yerlere yayarak, ıslah çalışmaları sonucunda böcekler için daha uygun konukçular elde edilerek ve özellikle polifag türler için tüm yıl boyunca uygun konukçuların bulunabilmesine imkan tanınması gibi alternatiflerle böcekler üzerinde olumlu etkilerde bulunabilmektedir (Kansu 1983).

5. Su tutma çalışmaları

Birim alandan daha fazla veya daha kaliteli ürün almak amacıyla başvurulanan birtakım tarımsal uygulamaların böcekler üzerinde değişik etkileri olmaktadır. Tarımsal amaçlı göl, gölet ve barajların yapımı sırasında, boş alanların sularla kaplanması, bu alanlarda bulunan ve hareketli türlerin yok olmasına yol açar. Örneğin; ABD'de Columbio

Nehri'nin Oregon ve Washington şehirlerinde önüne baraj yapılması, bir seri gölün meydana gelmesine neden olmuş ve sonuçta nehir kenarındaki kumsallarda *Cicindela columbica* (Coleoptera; Cicindellidae) (Şekil 4.120) türü bu yüzden sadece Solamon Nehri boyunca birkaç yere lokalize olmuştur. Aynı şekilde Colorado (Denver) yakınlarında Platte Nehri üzerinde yapılan Two Forks Barajı *Hesperia ienardus montana* popülasyonunun büyük bir kısmının sular altında kalmasına yol açmıştır. Ayrıca, barajların yapılması sonucu ortamın ekolojik koşulları değişmekte, bitki ve hayvan sürsasyonları birbirini izlemekte ve çevrenin faunası baraj yapım öncesine göre tanınmayacak bir duruma gelmektedir.



Şekil 4.120. *Cicindela columbica* (Anonim 2007b)

6. Bitki ıslah çalışmaları

Bitki ıslahçıları daha bol ve daha kaliteli tarımsal ürün elde etme çalışmalarında, esas amaç olarak ürünü ele aldıkları için çoğunlukla bu bitkide yaşayan böcekleri göz ardı edebilmektedirler. Islah çalışmaları sonucunda ıslahçının amacına uygun bir bitki çeşidi elde edildiğinde, ekim ve dikimi, yapılan önerilerle hızla yaygınlaştırılmaktadır. Önceleri ıslah edilmeyen akraba çeşitte zarar yapamayan böceklerin, bu yeni çeşitte

önemli zararlar yapabildiği sık sık görülen olaylardır. Buna karşıt olarak böcek zararına dayanıklı çeşit elde etme amacıyla yapılan ıslah çalışmalarında olumlu sonuç alındığında da özellikle monofag beslenme rejimine sahip böcek türlerinde önemli azalışlar her zaman olagelmektedir.

7. Yabancı ülke kökenli hastalık, hayvan ve bitkilerin ithali

Dışarıdan hayvan ve bitki ithal etme sırasında dikkatsiz kontrol ve gözden kaçma gibi nedenlerle bazı hastalık, bitki ve hayvanların ithal edilen ülkeye girmesi yerli Arthropoda faunası üzerinde direkt ve endirekt etkilerde bulunabilir. Örneğin; Kuzey Amerika'da yetiştirilen Amerikan kestanesi (*Castanea dentati*) bu kıtaya kazara giren *Endotia parasitica* isimli bir hastalık etmeni nedeniyle hemen hemen yok olmuştur. Bu bitkiye specialize olmuş *Synanthedonn castanea* (Lepidoptera; Aegeridae) (Şekil 4.121) dahil 5 Microlepidopter türü konukçusunun yok olmasından dolayı 40 yıldır görülmemektedir (Pyle *et al.* 1981).



Şekil 4.121. *Synanthedonn castanea* (Anonim 2008c)

Herhangi bir ülkeye yeni ithal edilen bazı bitkiler, o ülkenin yerli bitkileriyle giriştikleri çekişmeden bazı durumlarda galip çıkmakta ve endirekt olarak yerli böceklerin kaybına yol açmaktadırlar. Geçmiş tarihlerde Hawaii ve California'da buna benzer olaylar gözlenmiştir. Örneğin; Kuzey Amerika'ya *Pieris rapae* (Lepidoptera; Pieridae)'nin

girmesi ve bunun yerli tür olan *P. napi* ile çekişmesi sonucu *P. napi* populasyonunda önemli düşüşler olmuştur. Buna benzer bir olay da yine Hawaii adalarında görülmüştür. Bu adalara predator balıkların ithali, akarsularda çok yaygın olarak bulunan *Megalagrion pacificum* (Odonata; Coenagriidae) (Şekil 4.122) türünün kökünün kazınmasına yol açmıştır.



Şekil 4.122. *Megalagrion pacificum* (Anonim 2007a)

8. İnsektisit uygulamaları

Tarımsal ürünlerde zarar yapan böceklerle karşı savaşta çok değişik yöntemler uygulanmaktadır. İnsektisit uygulamaları, iki yanı keskin bir bıçak gibidir. Atılan ilaçlar bir taraftan zararlı böceği yok ederken diğer taraftan bu türü denge halinde tutan ve ilaçlara karşı daha duyarlı olan doğal düşman faunasını da yok etmektedir. Yararlı faunanın yok olması, ileriki döllerde zararlı türün daha büyük populasyonlarla ortaya çıkmasına neden olur. Nitekim son 40 yılda organik fosforlu insektisitlerin yaygın olarak kullanılması, hiçbir zararlı böcek türünün yok olmasına neden olmadığı gibi bunların doğal düşmanlarından bazılarının tamamen yok olmasına neden olmuştur. Normal olarak, insektisit uygulamaları, yerli böcek populasyonlarının sadece geçici olarak azalmalarına ve oransal bolluğunun değişmesine yol açmaktadır. Ayrıca, pestisitlere karşı zararlı böceklerin dayanıklılık kazandıkları bilinmektedir. 1970’de

dayanıklı olarak saptanan tür sayısı 244 iken, 1980’de bu sayı 428’e yükselmiş ve günümüze kadar bu sayı katlanarak devam etmiştir. Tarımsal ürün zararlılarında meydana gelen çeşitli tipteki dayanıklılıklar sonucunda pestisitlerin etkinliğindeki azalmayı aşmak için daha yüksek dozlarda uygulama yapılmaktadır.

4.3.2. Sanayileşmenin böcekler üzerindeki etkileri

Bir yöredeki sanayileşme faaliyetleri maalesef doğa üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu etkiler, genel olarak endirekt ve bazen de direk yollarla olmaktadır. Sanayileşme çağında olmamızdan dolayı fabrikalar, hava, su, toprak, görüntü ve hatta gürültü gibi bir çok kirlenmeye yol açmaktadır. Fabrikalardan çıkan suların ve sanayi atıklarının civardaki dere ve göllere karışması özellikle sucul böcek komünitelerinin çok büyük oranlarda azalmasına ve hatta yok olmasına neden olmaktadır. Örneğin; bazı Odonata türleri su kirlenmesine duyarlı olduğu için Kuzey Amerika’da nehir kanallarında yaşayan 2 Odonata türü, fabrika atıklarının sulara karışmasından dolayı tamamen yok olmuş ve bir diğer tür olan *Ophogomphus howei* (Odonata; Gomphidae) (Şekil 4.123) için de tehlike çanları çalmaktadır (Pyle *et al.*1981). Ayrıca, son yıllarda Orta Avrupa’da, 25 Plecoptera türü yok olma tehlikesi ile karşı karşıya gelmiştir.



Şekil 4.123. *Ophogomphus howei* (Anonim 2015 u)

Fabrikaların ve binaların bacalarına filtre takılmaması sonucu, bacalardan çıkan zehirli gazlar atmosfere yükselerek temiz havanın kirlenmesine neden olmaktadır (Şekil 4.124). Bu gazlardan en önemlisi de küresel ısınmadaki etki payı %50 olan CO₂'tir. Bu gazların, ısıyı tutabilme özelliklerinden dolayı dünyaya gelen ve yansıması gereken güneş ışınlarının büyük bir kısmı tutulmakta ve bu da dünyamızın ısınmasına sebep olmaktadır (Johansen 2002; Karl and Trenbeth 2003; Collins *et al.* 2007).



Şekil 4.124. Hava kirliliğini yansıtan fotoğraf (Anonim 2015 v)

Yapılan bir çalışmada; çeşitli kentlerin hava kirliliğinin yaprakbitlerine etkisi doğal koşullarda araştırılmış ve yaz boyunca Londra'da *Vicia faba*'da beslenen yaprakbitlerinin popülasyon yoğunluğu, filtre edilmiş havada yetiştirilenlere göre önemli derecede yüksek bulunurken, Münih'te güllerde bulunan *Macrosiphum rosae* (Aphididae)'nin popülasyon yoğunluğu yaklaşık %20 artış göstermiştir (Dohmen 1988). Batı Finlandiya'nın endüstri bölgesi Harjavalta'da kirlilik kaynaklarından yılda 10,000 tondan fazla SO₂ ve sülfirik asit yayılmaktadır. Bu atıklar çevrede bulunan çam ağaçlarını olumsuz yönde etkilediği gibi, bir çam zararlısı olan *Aradus cinnamomeus* (Hemiptera; Aradidae)'un da sayısını arttırdığı tespit edilmiştir. Bu bölgede böcek yoğunluğunun, kirlilikten etkilenmeyen bölgelerdeki yoğunluktan 100 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır. Fabrikalardan uzaklaşıldıkça böcek sayısında düşüş kaydedilmiştir (Heliövaara and Vaisanen 1986). Köknar ağaçlarında yaşayan *Adelges piceae*

(Homoptera; Adelgidae) popölasyonunun hava kirliliğine bağlı olarak arttığı, bunun sonucunda köknarlarda ölümün hızlandığı bildirilmektedir (Hain and Arthur, 1985). *Adalia bipunctata*'nın melanik formlarının yoğunluğu 1960'lı yıllarda Birmingham'ın dumansız bölge ilan edilmesi ve temiz hava kanununun çıkarılmasından kısa bir süre sonra, düşmeye başlamıştır (Anonim 2014 r).

Başta lepidopterler olmak üzere çok sayıda böcek türü üzerinde yapılan incelemeler, küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkacak sıcaklık artışının; böcek türlerinin gelişme süresini kısaltacağı, döl sayısını artıracacağı, uçuş periyotlarında değişime sebep olacağı sonucunu ortaya koymuştur.

Sıcaklıktaki artışın böceklerin biyolojisini hızlandırması ve böceklerin faaliyet periyodunu uzatması beklenmektedir. Ancak böceklerin besinlerden yararlanma süreleri artmadıkça sıcaklığın tek başına artması böceklerin bu avantajdan yararlanması için yeterli olmayacaktır. Örneğin; *Eophilaenus lineatus* (Homoptera; Cercopidae) (Şekil 4.125), bu sıcaklık artışından dolayı yayılma alanını genişletecek ve hayat döngüsünü 2-3 hafta daha erken tamamlayacaktır.



Şekil 4.125. *Eophilaenus lineatus* (Anonim 2015 y)

Sıcaklık ortalamasındaki 3°C'lik bir artış, *Delia radicum*'un (Diptera; Anthomyiidae) (Şekil 4.126) 1 ay önce aktif hale gelmesine, aynı zamanda kelebeklerin ilk görülme tarihlerinin daha erken olmasına neden olacaktır (Cannon 1998).



Şekil 4.126. *Delia radicum* (Anonim 2015 t)

Küresel ısınma nedeniyle sıcaklığın artması sonucu; böceklerin fizyolojisinin hızlanması, çabuk gelişmeleri, bir yıl içinde daha fazla döl vermeleri, daha hızlı hareket etmeleri ve abiyotik faktörlerden dolayı ölümlerinin azalması beklenmektedir. Sıcaklıkta meydana gelecek 2°C'lik bir artışın böceklerin bir yılda vereceği döl sayısını 1 ile 5 arasında artıracığı tahmin edilmektedir. Bu bakımdan en çok etkilenecek böcekler, düşük gelişme eşikleri ve kısa sürede gelişmelerini tamamlamaları nedeniyle yaprak bitleridir. Yaprak bitlerinin bir yılda fazladan 4 veya 5 döl vereceği tahmin edilmektedir

Düşük sıcaklıklar nedeniyle, meydana gelen kış ölümleri, özellikle diyapoza girmeyen ve sıcaklığın izin verdiği sürece kışın da faaliyetlerine devam eden türler için anahtar faktördür. Böcek türlerinin çoğu için coğrafik yayılma alanlarının bir en alt ve en üst enlem derecesi ve yayılma yüksekliğinin de bir en alt ve en üst sınırı vardır. Bu coğrafik alanların sınırları genellikle bölgesel iklimler tarafından belirlenir. Böcekler soğukkanlı organizmalar olduklarından sıcaklık ve nemdeki dalgalanmalara karşı oldukça

hassastırlar ve bu nedenle dağılımları ve habitatları çoğu zaman iklimle yakından ilişkilidir (Stewart *et al.* 2007).

Bazı bilim adamlarına göre sıcaklıktaki artış nedeniyle böceklerin yaşam ortamları hem yatay hem de dikey yönde değişecektir. Sıcaklıktaki artışın, şu an için düşük sıcaklık nedeniyle yayılımı sınırlı olan böcek türlerinin yayılım alanlarının kutup bölgelerine doğru veya hayatta kalabildikleri yüksek dağlık alanlara doğru ilerlemesine neden olması beklenmektedir. Çünkü bu bölgeler küresel ısınma sonucunda daha sıcak olmaya başlayacaktır (Harrington *et al.* 2001). Sıcaklık artışından dolayı böceklerin yer değiştirmeleri şimdiden görülmeye başlanmıştır. Göçlerle ilgili ilk kayıt Kuzey Amerika'da bulunan ve göç etmeyen bir kelebek türü olan *Euphydryas editha* (Lepidoptera; Nymphalidae)'ya (Şekil 4.127) aittir. 1990'lı yıllarda bu kelebeğin larvaları için konukçu bitki ve uygun habitat bulunmasına rağmen birçok bölgede popülasyonu tükenmiştir. Popülasyonun bölgesel tükenmesi daha çok düşük enlem ve düşük yüksekliklerde gerçekleşmiştir. *E. editha*'nın yeni popülasyonları ise kuzey kutbuna doğru ortalama 92 km ve rakım olarak 124 m yukarıya doğru kaymıştır (Anonim 2012e).



Şekil 4.127. *Euphydryas editha* (Anonim 2012e)

İklimin, özellikle sıcaklığın böceklerin gelişmesi, üremesi, coğrafik alanı, hayatta kalması ve popülasyon büyüklüğü üzerine kuvvetli ve doğrudan bir etkisi vardır. Küresel ısınma sonucu artan sıcaklık böcek popülasyonlarını birkaç yönden etkilemektedir. Sıcaklıktaki artışın bazı koşullarda böcek popülasyonlarını azaltabileceği düşünülse de, ılıman iklimdeki sıcak havaların daha fazla böcek türü ve daha yüksek böcek popülasyonuna sebep olacağı birçok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir (Petzoldt and Seaman 2007). Daha ılık geçen kışlar nedeniyle böceklerde daha az kış ölümlerinin meydana gelmesi böcek popülasyonlarının artmasında önemli rol oynayabilecektir. Diyapozza girmeyen ve kışı aktif dönemlerinde geçiren *Myzus persicae* (Homoptera; Aphididae) (Şekil 4.128) gibi böceklerin ılık geçen kışlardan dolayı hayatta kalma oranlarının artacağı, yani kış ölümlerinin daha az olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle bu türlerin popülasyon yoğunluklarını artırması ve coğrafik alanlarını daha yüksek enlemlere doğru genişletmesi beklenmektedir (Bale *et al.* 2002).



Şekil 4.128. *Myzus persicae* (Anonim 2012g)

Bir tür ne kadar hareketli olursa ve üreme yeteneği ne kadar hızlı olursa adaptasyon yeteneği de o kadar fazla olmaktadır. Ne yazık ki zararlı türler bu karakterleri gösterme eğiliminde olup, sıcaklıklardaki değişime karşı kolaylıkla adapte olabilmektedirler.

İklimdeki değişiklikler, çiftçilerin böceklerle karşı kullandıkları mücadele yöntemlerinde de değişiklikler yapacaktır. Entomologlar böceklerin coğrafik alanlarını genişleteceğini, üreme oranlarını ve kışlama başarılarını artıracaklarını beklemektedirler. Bu da çiftçilerin daha fazla böcek türü ve sayısı ile mücadele edeceği anlamına gelmektedir. Örneğin; kimyasal ilaçlamayı düşünecek olursak, kurak olan yerlerde ilaçlama yapabileceğimiz gün sayısı artarken yağışlı olan yerlerde ise azalacaktır. Çevresel koşulların değişmesi kimyasalın stabilizesini ve uçuculuğunu etkileyebildiği gibi böceğin davranışını ve duyarlılığını da etkileyebilmekte, böylece aktif maddenin toksisitesinin değişmesine neden olabilmektedir (Harrington *et al.* 2001).

Sıcaklığın yükselmesi ile birlikte böcek sayısında meydana gelecek artışlar sonucu yaz aylarında böceklerin insanlar üzerinde beslenme gücünün artması beklenebilir. Diğer yandan böcek popülasyonlarının artmasının tarım ürünlerine daha fazla zarar vermesi, bunun sonucunda böceklerle karşı daha fazla ilaç kullanılmasının da insan sağlığını tehdit edeceği öngörülmektedir. Ayrıca, böcekler tarafından taşınan sıtma gibi hastalıklar küresel çapta sağlık sorunları yaratacaktır. Küresel ısınma nedeniyle böceklerin, hem sayılarını artırması, hem de yaşam alanlarının genişlemesi ile önceleri sadece tropikal bölgelerde görülen insan hastalıklarının yeni alanlarda da görülmesi beklenebilir. Örneğin; Kolombiya'nın Andes dağlarındaki sineklerin, taşımış olduğu kas ve eklem ağrılarına sebep olan "Dengue ateşi" isimli bir hastalık önceden 1000 m'ye kadar yüksekliklerde görülürken günümüzde 2200 m'ye kadar yüksekliklerde görülmeye başlanmıştır. Ayrıca, biyologlar Endonezya'da sıtma taşıyan sineklerin son yıllarda alanlarını genişlettiğini belirlemişlerdir. Bu virüsün bir ırkı özellikle mısırdaki çok yaygındır ve *R. maidis* (Homoptera; Aphididae) ile etkili bir şekilde taşınmaktadır. Mısır, İngiltere'de ikincil bir üründür, fakat küresel ısınmayla birlikte muhtemelen daha uygun bir yaşama alanı bulması ve yaygınlaşması söz konusu olacaktır. *Rhopalosiphum maidis* İngiltere'nin birçok yerinde uzun yıllardır düşük yoğunluklarda görülmektedir. Fakat mısırın yaygınlaşması bu afidin de yaygınlaşmasını teşvik edecektir. Bu zararlı afidin soğuğa dayanıklı bir yumurta dönemi bulunmamaktadır, fakat kışların artık daha ılık geçmesi bu afidin hayatta kalma oranını artıracaktır. Tüm bu zincirleme olaylar da doğal olarak virüsün yayılmasını artıracaktır. Küresel ısınma nedeniyle dünya yüzeyine

düşen ortalama yağışın artacağı ancak bazı bölgelerde ise kuraklığın daha şiddetli olacağı tahmin edilmektedir. Örneğin; Amerika’da bu artışlar %10 civarında olmuş ve ekstrem yağışlar eskiye oranla daha fazla görülmüştür. Bunun yanı sıra su tropik ve tropik bölgeler ise daha kurak geçmiştir. 1980’lerin ortasından itibaren İsviçre Alp’lerindeki kar sezonu ve kar miktarında da önemli düşüşler görülmüştür (Samways 2005).

Bazı böcekler, yağışa karşı duyarlıdırlar ve şiddetli yağışlarda ya ölmekte ya da bitki üzerinden uzaklaşmaktadırlar. Bu, özellikle Amerika’nın kuzeybatı eyaletlerinde soğan tripsleriyle mücadele açısından oldukça önemlidir. Kışı toprakta geçiren bazı böcekler için örneğin; yabanmersini zararlılarıyla mücadelede toprağın su altında bırakılması önemli bir mücadele yöntemidir. Yağışların daha sık ve daha yoğun olmasının bu tür böcekleri olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Bunun aksine bezelye afidi gibi zararlıların ise kuraklığa hiç toleransları yoktur (Petzoldt and Seaman 2007).

Fosil yakıtlarının yanması, kükürt içeren metallerin eritilmesi ve diğer sanayi işletmelerinden kökenlenen, pH’sı yaklaşık 5.6 olan sulu ve donmuş atmosferik birikim olarak tanımlanan asit yağmurları ise, özellikle sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerde sıkça görülen bir kirlenme şeklidir. Çeşitli kaynaklardan atmosfere verilen kükürtdioksit gazının büyük bir kısmı yağmursularıyla reaksiyona girdikten sonra sülfürik asit halinde toprağa düşer ve çevrede yetişen birçok bitki türü kısmen veya tamamen zarar görür. Bitki örtüsünün bu şekilde yok oluşu böcekler üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır. İngiltere ve Kuzey Amerika’da asit yağmurları nedeniyle birçok böcek türünün popülasyonlarının azaldığı ve hatta yok olduğu kayıtlıdır.

Fabrika bacalarından çıkan: toz, is, kurum gibi katı parçacıklar rüzgarlar yardımıyla çevreye yayılarak doğa üzerinde olumsuz etkilerde bulunmaktadır. Baca tozları çevrede bulunan ağaçların gövde, dal ve yapraklarında birikerek tabakalar oluşturmakta ve bu durum bitkilerde meydana getirdiği zarar yanında böcekler üzerinde de direkt ve endirekt yollarla etkide bulunmaktadır. Bitki üzerinde oluşan toz tabakası, ortam nemini absorbe etmesi yanında, burada yaşayan böceklerin yaşam alanlarını sınırladığı için bazı

böceklerin buradan uzaklaşmasına yol açarken özellikle kabuklu bit ve koşnil gibi korunaklı böceklerin popülasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Zira baca tozları, bu zararlı türlerin çok küçük ve çok duyarlı olan parazitlerinin yaşamasına olanak vermemektedir. Fabrika bacalarından çıkan tozların çam kabuklu bitinin paraziti olan Eulophidae türlerini öldürmesi sonucu, zararlının epidemik duruma geçtiği tespit edilmiştir. Parazitoid hymenopterlerin toza karşı oldukça hassas oldukları bu durumun da onların konukçusu olan herbivorların performansını arttırabileceği Fisher (1968)'e atfen Heliövaara and Vaissenen (1986) tarafından bildirilmiştir. Rosen and Debach (1979) hava ile taşınan tozların *Aphytis* popülasyonu üzerinde ince ve düzenli şekilde depolanması halinde pestisit gibi yüksek derecede öldürücü etkiye sahip olabileceğini belirtmiştir. Toz parçacıklarının nasıl bir mekanizmaya sahip olduğu bilinmemekle beraber, parazitoidin vücut duvarını aşındırarak su kaybı sonucu ölüme sebep olduğu düşünülmektedir. Birçok fabrika, hava, su, toprak ve gürültü kirliliğine neden olduğu için, gelişmiş ülkelerde bu tür fabrikaların hızla kapatılması yoluna gidilmektedir.

4.3.3. Kentleşmenin böcekler üzerindeki etkileri

Nüfusun artması yeni yerleşim yerlerine gereksinim duyulmasına yol açmakta ve her yeni yerleşim yeri doğanın biraz daha zarar görmesine neden olmaktadır. Kentler genellikle ticarete ve tarıma uygun yerlerde kurulur. Örneğin; nehir ağzı ve kenarları, körfezler ve kıyı şeritleri kentleşme için uygun yerlerdir. Kentleşme nedeniyle San-Fransisco ve California eyaletlerinde *Cercyonis sthenele* (Satyridae), *Glaucopsyche xerces* ve *Icricia icaroides* (Lycaenidae) isimli 3 endemik kelebek türün yok olduğunu, diğer bazı türlerin ise belirli alanlara çekilerek lokal popülasyonlar oluşturduğunu bildirmektedirler. Yeni yerleşim yerlerinin doğal faunayı bu şekilde sınırlandırmasından ayrı olarak böcekler üzerinde yarattığı bazı özel etkiler de vardır. Bunlar;

1. Evsel atıkların böcekler üzerine etkileri

Protein, yağ, karbonhidrat gibi birtakım organik maddelerle, deterjan, ağır metal, evlerde kullanılan pestisifleri ve lağım sularını içeren evsel atıkların direkt veya endirekt yollarla denizlere, göllere ve akarsulara akıtılması bu gibi sucul ortamlarda yaşayan böcekler üzerinde popülasyonlarını azaltıcı ve hatta tamamen yok edici etkilerde bulunur.

2. Yapılan toplu ilaçlamaların böcekler üzerine etkileri

Kentlerde Karasinek ve Sivrisineklere karşı uçakla yapılan pülverizasyon veya yerden yapılan sislemeler bu böcekler dışında kalan diğer böcekler üzerinde de etkisini gösterir. İnsektisitlere karşı çok duyarlı olan yararlı böceklerin bu kentsel ilaçlamalardan zarar görmesi sonucu, üzerinden baskı kalkan zararlı türün popülasyonu da hızla artmaktadır. Bu konuda California'da çamlarda zarar yapan *Chionaspis pinifollae* (Diaspididae), üzerinde yapılan gözlemler oldukça ilginç sonuçlar vermiştir. Doğal koşullarda doğal düşmanların baskısı altında olan bu tür, şehirde sivrisineklere karşı uygulanan ilaçlı mücadelede, popülasyonunu artırmakta, sivrisineklerle savaşın yapılmadığı zamanlarda ise popülasyonun düzeyi hızla düşmektedir (Frankie 1978).

3. Sokak lambalarının böcekler üzerine etkileri

Işık, böcek biyolojisinde çok önemli bir unsurdur. Bazı böcekler ışığa yönelirken, bazı böcekler ışıktan uzaklaşır. Bazıları gün ışığında aktifken, bazıları geceleri aktiftir. Gündüze oranla geceleyin orantılı nemin fazla olması nedeniyle bazı böcekler geceleri faaliyet gösterirken, bazı türler ise alacakaranlıkta faaliyet gösterir.

Işık kaynaklarının çevresinden ayrılamayan böcekler, bu kaynaklar çevresine daha fazla yumurta bırakabilir. Normal zamanlarda konukçular çevresine bırakılan yumurtalardan çıkan yavruların büyük bir kısmı gelişme şansı bulurken, bu gibi yerlere bırakılan yumurtalardan çıkan yavrular besin bulmakta zorlanabilir ve bu durum türlerin

soylarının sürmesi açısından sıkıntı oluşturabilir. Diğer yönden, gece karanlıkta aktif, gündüz aydınlıkta pasif olan böcekler ise, ışık kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde geceleri de pasif kalmayı tercih ederek biyolojik döngülerinde sıkıntı yaşayabilirler. Özellikle, Ateşböcekleri (Coleoptera; Lampyridae) gibi böceklerin, iletişimde bireyler tarafından oluşturulan ışık çok önemlidir. Işık kirliliği durumunda bu iletişimin aksaması bu türlerin soylarının sürmesi bakımından sakınca yaratmaktadır.

Böceklerin, morötesi ışık içeren civa buharlı ampullere aşırı şekilde yönelmesi dikkat çekici bir olaydır. Kent içi ve stat aydınlatmaları ile özellikle aydınlatma lambalarının çevresinde toplanmış milyonlarca böcek görülmektedir. Yapılan bir araştırma her bir sokak lambasının en az 150 böceği öldürdüğünü ve bu sayının yılda 55,000 dolayında böceğin ölümü anlamına geldiğini göstermiştir (Anonim 2008b).

Kent içindeki sokak lambalarının ve özellikle civa buharlı lambaların, *nocturnal* böceklerin ve özellikle kelebeklerin yok olmasında etkili olduğu Pyle *et al.* (1961) tarafından bildirilmektedir.

4. Taşıt araçlarının böcekler üzerine etkileri

Kentleşmeye paralel olarak o yöredeki taşıt araçlarının hızla artması, böcek popülasyonları üzerinde kısıtlayıcı etkiler meydana getirmektedir. Kent civarındaki kumsal alanlarda, çeşitli nedenlerle faaliyet gösteren jip, kamyon ve motorsiklet gibi taşıt araçları buradaki toprağın sıkışması ve aşınmasına yol açarak toprakta yaşayan böcek popülasyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Örneğin; California sahillerinde toprakta açtığı galeriler içinde yaşayan *Cicindela dorsalis* türünün larvaları, bu sahilde faaliyet gösteren balıkçı kamyonlarının toprağı devamlı sıkıştırması sonucu ezilmek ve habitatlarının bozulması sonucunda elimine olmuştur. Aynı şekilde California'nın Oso Flaco kumullarında yaşayan çok sayıda endemik tür, kumda giden küçük motorlu taşıt araçlarıyla devamlı ezilmeleri sonucu tamamen yok olmuşlardır (Pyle *et al.* 1981).

Bunun yanı sıra, taşıt araçlarının farları özellikle şehirlerarası yollarda birçok *nocturnal* böceği cezbederek popülasyonlarının kırılmasına neden olmaktadır. Ayrıca, taşıt araçlarından çıkan egzoz gazlarının da böcekler üzerinde olumsuz etkilerde bulunduğunu belirtmek gerekir. Azot, karbon, oksijen, hidrojen, kükürt, kurşun, çinko ve kadmiyum gibi kimyasal maddeleri içeren egzoz gazlarının böcekler üzerindeki etkileri son yıllarda bilim adamlarınca incelenmeye başlanmıştır. Önder ve Tezcan (1988)'a göre egzoz gazlarının polen ve nektar kaynağı olan bitkilere olumsuz etkisi sonucu Balarılarının yeterli besini bulamamaları nedeniyle popülasyonlarının azalmasının yanı sıra; egzoz gazlarının Balarılara direkt etkisi sonucunda; biyotik potansiyellerinde düşüş, tembellik, hastalık ve zararlılara karşı duyarlılık artışı, saldırganlıkların artması ve zehirli bal üretimi gibi olumsuz etkileri olmaktadır. Ayrıca, karayolları atmosferinde bulunan NO_x ve hidrokarbonların *Phaseolus vulgaris* ve *Viburnum opulus*'un floem özsuyundaki amino asitlerin kalite ve kantitesinde değişmeye sebep olduğu ve buna bağlı olarak da, *Apis fabae*'nin (Hemiptera; Aphididae) popülasyonunda artma ve gelişmesinde hızlanma saptanmıştır (Bolsinger and Flückiger, 1989). Aynı şekilde Spencer et al. (1988), yol kenarına en yakın topraklarda yetişen *Lolium perenne*'nin kuru ağırlığında ve toplam nitrojen içeriğinde daha uzak mesafelerde yetişenlere göre bir artış olduğunu, bu bitkilerde yetişen *Rhopalosiphum padi*'nin (Hemiptera; Aphididae) daha çabuk ergin hale geldiğini ve daha çabuk ürediğini tespit etmiştir. Bu durum bitki nitrojeninin yaprakbitleri üzerindeki önemli etkisinin bir kanıtıdır.

Sonuç olarak; çevre kirliliği, bazı böcek türlerinin yok olmasına, azalmasına, bazı türlerin ise çok fazla çoğalmasına sebep olmanın yanı sıra bazı türlerde fizyolojik değişimlere neden olmaktadır. Yapılan araştırmalar bazı böceklerin ekosistemdeki kirlilik seviyesi için biyoindikatör olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Böylece özellikle kirlilikten zarar görebilecek orman alanlarının kirlilik derecesini saptamak ve buna göre gerektiğinde önlem almak mümkün olabilecektir.

4.3.4. Aşırı avlanmanın böcekler üzerindeki etkileri

Aşırı avlanma, maalesef böcekler için de geçerli bir olgudur. Özellikle bilim dünyası için yeni olan ve lokal popülasyon oluşturan herhangi bir böcek türüne ait örneklerden yeteri kadar almak yerine fazla fazla toplamak ve bunu birkaç yıl yinelemek o türün kayboluşuyla sonuçlanacağını hiçbir zaman göz ardı etmemek gerekir. Son yıllarda böcek ticaretiyle uğraşan entomologların, izinli veya izinsiz yaptıkları entomolojik araştırmalarda aşırı örnek toplamaları bazı endemik türlerin kökünün kazınmasına neden olmaktadır. Ayrıca, kelebekler ve metalik parlaklıktaki süslü böceklerin, güzel oldukları için koleksiyoncular tarafından aşırı derecede toplanması, kötü iklim şartlarında korunmasız olan türlerin azalmasında en azından uzun vadede etkili olduğu tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, bazı bölgelerde aşırı derecede toplanan yenilebilir böceklerin nesillerini devam ettirebilmeleri, ileriki zamanlarda sorun olabilir. Aşırı avlanma ve başka değişik nedenlerden dolayı nesli tehlike altına giren böcekleri (özellikle büyük ve değişik böcekleri), hayvanat bahçeleri ve hayvan üretim merkezleri, koruma altına almaktadır. Örneğin; Avustralya'daki Melbourne Hayvanat Bahçesi, nesli tükenmekte olan büyük, uçamayan Lord Howe Adası baston böceğini (*Dryococelus australis*) koruma altına almıştır ve yetiştirmektedir. Yeni Zelanda'daki, büyük uçamayan çekirgeler koruma altında yetiştirilmiş ve predatör bulunmayan deniz aşırı bir adada tekrar doğaya kazandırılmıştır. Avrupa ve Kuzey Amerika'da da nesli tehlike altındaki birçok kelebek türü koruma altında üretilmektedir; Oregon Hayvanat Bahçesi'nde de yeniden üretim ve onarılmış habitatlara aşılama çalışmaları başarılı olmuştur (Sert 2003).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Doğada çok değerli görevler üstlenen böceklerin önemleri, gün geçtikçe anlaşılmakta, yaşam için ne kadar gerekli oldukları yapılan bilimsel araştırmalar sonucu ortaya konmaktadır. Bugün batı ülkelerinin birçoğunda, bazı böcekler tanınmakta ve evcil bir hayvanmış gibi muamele görmektedir. Ülkemiz coğrafyasında bulunan doğa ve insan dostu böcekler içinde bu kültürün oluşturulmasına çalışılmalı, böcek denilince, zihinlerde oluşan olumsuz duyguları değiştirmek için, çok çeşitli etkinliklerle kamuoyuna böceklerin faydaları anlatılmalı, insanlar bilinçlendirilmelidir. Böceklerle ilgili çeşitli internet siteleri kurulmalı, aylık dergiler çıkarılmalıdır. Doğa'da kilit taşı türler olarak bilinen böcekleri yasalarla koruma altına almalı, okullarda ders kitabı olarak okutulmalıdır. Böceklerin normal yaşamın bir parçası olduğunu hafızalara yerleştirmek için sergiler açılmalı, senede birkaç gün kiraz ve karpuz festivalleri gibi yöresel böcek festivalleri düzenlenmelidir. Soyu tehlike altına giren böcek türlerini koruma altına almalı, gelişmiş pek çok ülkede olduğu gibi böcek hayvanat bahçeleri kurulmalıdır. Sağlıklı bir çevreye ulaşabilmek, tarımda sürdürülebilirliği sağlamak ve ekonomik kayıpları önlemek için, doğal yaşam alanlarını korumaya özen göstermeli ve pestisit kullanımına dikkat edilmelidir. Başta arılar olmak üzere böceklerin tozlaşmaya yaptıkları katkılardan dolayı meyve ve sebze üretim alanlarında arı kolonilerinin kullanılması mecburi tutulmalı, üreticiler bilgilendirilmeli ve teşvik edilmelidir.

Bugün için böcekleri doğrudan besin olarak kullanmayı reddetsek bile, protein kaynağı olan böcekler, çiftlik hayvanı yemi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fakat, araştırmalara göre günümüzde tüketilen aşırı yağlı yiyeceklerin yerine kurutulmuş böceklerin, kısa bir zaman sonra marketlerde satılacağı da öngörülmektedir. Uzmanlar böcek türleri üzerinde yaptığı araştırmalarda özellikle Avrupa olmak üzere batı dünyasında 1700 böcek türünün tüketilebileceğini açıklamışlardır. Belli besinlerin içine konan böcekler insanlarda böcek yeme hissini yaratmadığı taktirde bu alışkanlığın kazanılabilme ihtimalinin olduğu söylenmektedir. Hangi takıma ait hangi böceğin yenilebilir olduğunu anlayabilmemiz için, bütün bilgilerimizin bir yerde toplanması gerekmektedir. Besin olarak kullanılan ve kullanılabilecek böceklerin besin değerleri,

ortaya çıktıkları mevsim, konukçu bitkileri ve diğer besinsel değerleri ile toplama ve yetiştirme teknikleriyle ilgili bilgiler düzenlenmelidir.

Yabani ipekböceklerinin yetiştirildiği Hindistan ve Çin’de, katma değer yüksek olmasından dolayı üretim artırılmaya çalışılmaktadır. Bugün için kullanım alanları her ne kadar özel Tasarımlarla sınırlı olsa da, eğer üretim artışı sağlanabilirse, fiyatları daha uygun seviyelere düşeceğinden, kullanım alanları da genişleyecektir. Kelebek ve güve faunası bakımından oldukça zengin olan ülkemizde yabani ipek böcekçiliğinin yapılabilmesi için gerekli arge çalışmalarının yapılması ülkemiz ekonomisi açısından önem taşıyacaktır.

Tekstil ürünleri insan bedeniyle en çok ilişkide olan ürün grubudur. Kıyafetlerimizin üzerindeki boya artıkları ve kimyasallar, ter ve solunum yoluyla vücudumuza nüfus etmekte ve sağlığımızı en az gıda maddelerindeki kimyasallar kadar etkilemektedir. Yapılan bazı araştırmalara göre, kimyasalların bir kısmının alerjilere neden olduğu ve kanser riski taşıdığı belirlenmiştir. Bu nedenle, organik boyar maddeler için ARGE çalışmalarına daha fazla ağırlık verilmeli ve elde edilecek yeni organik boyar maddelerin çeşitli testlerden geçirildikten sonra kullanılması tavsiye edilmelidir. Böceklerden doğal yolla elde edilen gomalak ahşap döşeme ve malzemelerde özellikle çocuklu aileler için çok daha iyi bir tercih nedeni olabilir. Günümüzde gomalak kullanım alanları güncellenerek hayatımıza tekrar katılması sağlanabilir. Hastalıkların tedavisinde böceklerin bedenlerinde üretilen maddeler örnek alınarak hazırlanacak ilaçlar veya tıbbi malzemeler bazı hastalıkların tedavisinde çığır açabilecek niteliktedir. Bu alanda yapılacak pek çok arge çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de daha fazla önem kazanmaya başlayan adli entomoloji’de kullanılan “dedektif böcekler” üzerine daha çok araştırma yapılmalı, adli makamlara kısa sürede sunulan bilimsel sonuçlar yaygınlaştırılmalı, bu bilim dalından avukat ve savcıların daha çok haberdar olmaları sağlanmalı ve adli entomolojinin adli sisteme daha çok katkı sağlaması için daha çok adli entomologlar yetiştirilmelidir.

Böcekler, günümüz teknolojisinin bütün imkanlarına rağmen hala tam taklit edilemeyen kompleks sistemleriyle, dünyadaki yaşamın geleceğini garanti altına alacak sırlara sahiptirler. Üstelik bu milyonlarca yıldır böyledir, çünkü bu böcekler kusursuz tasarıma sahip hayvanlardır. Bilim otoritesi olarak kabul edilen pek çok yayın organı da doğadaki bu üstün yapıların içerdikleri tasarımların insanlara yol göstermesi açısından çok büyük bir kaynak olduğunu kabul etmektedir. Şüphesiz bu kaynağı doğru yönde kullanmak ve teknolojiye geçirmek, insanoğlunu çok hızlı bir gelişim sürecine sokacaktır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz, H.N., 2010. Adli Entomoloji, Türkiye Parazitoloji Dergisi. 34 (3)
- Akpınar, A., 2002. Bal Beslenme Dergisi, S: 5-10, U. Ü. Ziraat Fak. Gıda Müh. Böl. Bursa.
- Andrewartha, H.G., 1973. The History of Insect Ecology. In History of Entomology, 229-266.
- Anonim, 1985. Annual Report. Biological Control of Weeds Laboratory Europe, USDA-ARS, Roma, 188.
- Anonim, 2003. <http://www.goncadergisi.com/konular/detay/teknolojiye-ilham-olanlar>
- Anonim, 2003. <http://www.naturalhandyman.com/iip/infpai/shellac.html>
- Anonim, 2006. http://www.aksiyon.com.tr/bilim/baliklar-da-karada-bocek-avlar_512071
- Anonim, 2006a. http://evrimianlamak.org/e/A9i:Specht_5
- Anonim, 2007. temelbritannica.<http://www.msxlabs.org/forum/zooloji/78724-bocekler-insecta.html>
- Anonim, 2007. www.pupating.org/klein_ba_2007_insects_visualart_encycl.human&animalrelations
- Anonim, 2007a. http://butterfliesofamerica.com/images/Nymphalidae/Argynnnini/Speyeria_nokomis_coerulescens/Speyeria_nokomis_coerulescens_Azules_Chihuahua_MX_11-VIII-98_JPB.jpg
- Anonim, 2007a. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/Endangered_Pacific
- Anonim, 2007b. http://www2.nau.edu/sbugs-p/DMNS/ZE.26/ZE.26606_Cicindela_columbica_dorsal.jpg (19.02.2015)
- Anonim, 2007b. www.carnivoraforum.com
- Anonim, 2007c. www.icepice.blogspot.com
- Anonim, 2008. <http://diptera.myspecies.info/diptera/content/flies-%E2%80%93pollinators-two-wings>
- Anonim, 2008. temel britannica.<http://www.msxlabs.org/forum/zooloji/78724-bocekler-insecta.html>
- Anonim, 2008a. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Avizea%C4%9Fac%C4%B1> (10.11.2014)
- Anonim, 2008a. <http://www.eplantswholesale.com.au/wp-content/gallery/grasshoppers-amp-cricket/eastern-plague-grasshopper-oedaleus-australis.jpg>
- Anonim, 2008b. <http://www.butterfliesandmoths.org/species/Euproserpinus-wiesti>
- Anonim, 2008c. http://britishlepidoptera.weebly.com/uploads/5/9/8/4/5984437/4717600_orig.jpg
- Anonim, 2009. <http://www.isu.edu/~fultjess/Pollinators/Beetles.html> (12.11.2014)
- Anonim, 2009a. www.looadr.com/
- Anonim, 2009b. http://endangerededn.files.wordpress.com/2009/08/rafflesia-arnoldi_indonesia_1222403646_125afb8baf.jpg?w=640
- Anonim, 2009c. http://www.norfolkmoths.co.uk/thumbnail.php?im=../photos_micro/active/2640.Peter_Buchner_-_Lepiforum.1207751379.jpg
- Anonim, 2009d. www.food-insects.com

- Anonim, 2010. <http://bombusarilari1.blogspot.com.tr/2010/02/bombus-arlarnn-dogadaki-onemi.html>
- Anonim, 2010. <http://www.fs.fed.us/wildflowers/pollinators/animals/ants.shtml>
- Anonim, 2010a. http://web.tradekorea.com/upload_file2/product/303/P00289303/cbe9caa5_59ce1421_55ac_4be7_8be0_521d8088ead8.jpg
- Anonim, 2010a. <https://www.facebook.com/notes/mina-berksan/mikro-anahtarlara-ilham-olan-palmiye-b%C3%B6cekleri/380423328648>
- Anonim, 2010b. <http://www.arastiralim.net/ilk/wp-content/uploads/2010/08/Komarno-mosquito.jpg>
- Anonim, 2010b. http://www.encyclopedia.com/topic/scarab_beetle.aspx#1E1-scarabbe
- Anonim, 2010c. <http://attra.ncat.org/attra-pub/dungbeetle.html>
- Anonim, 2010d. http://www.takegreatpictures.com/app/webroot/content/2010_images/2006/11/13/Electric.jpg
- Anonim, 2010e. http://www.arachne.wz.cz/images/galerie/ostatni/foto/allom_dicho/0000.jpg
- Anonim, 2011. <http://www.bocekilacilamasi.gen.tr/ilaclama/boceklerin-yasam-sureleri.html>
- Anonim, 2011. Milburnguitars.com, French Polishing
- Anonim, 2011a. http://www.clemson.edu/public/rec/baruch/firefly_project/firefly2.jpg
- Anonim, 2011a. <http://www.hayvansitesi.com/bok-bocekleri>
- Anonim, 2011b. <http://bokbocekleri.blogspot.com.tr/2011/05/bok-bocekleri-dsky-getiriye.html>
- Anonim, 2011b. http://www.cirrusimage.com/Beetles/Copris_fricator_1.jpg
- Anonim, 2011c. http://www.e-mushi.com/img/photo/photo/curvidens/Dorcus-curvidens-Nepal-Dhankuta_01.jpg
- Anonim, 2011c. www.ziraattube.com/m/91/ari-urunleri-ve-ozellikleri.html
- Anonim, 2011d. <http://www.genbilim.com/fen-bilimleri/biyoloji/arycylodyn-tarymsal-uretimdeki-yeri-ve-onem/>
- Anonim, 2011e. <http://bugguide.net/images/cache/BH7HOHIHZRZLAZ4LAZIL5Z0LDHMHJH4L1Z4LUZML9ZPHZRILNZ8LRRGLYHUHLR8LYHGL2ZGLFH8LAZXL4Z4HVHEH.jpg>
- Anonim, 2011f. <http://bokbocekleri.blogspot.com.tr/2011/04/dinsel-semoller-olarak-kin-kanatlilar.html#.VN34Ck1EjIU>
- Anonim, 2012. <http://www.naplesnews.com/lifestyle/home-and-garden/wings-work-butterflies-pollinate-plants-ways-diffe>
- Anonim, 2012. www.arastiralim.net
- Anonim, 2012a. <http://biyologlar.com/index.php/kunena/166-Entomoloji/5738->
- Anonim, 2012a. http://cizr.ucr.edu/slideshowpro/albums/album-34/lg/rodolia_eating_icerya.jpg
- Anonim, 2012b. <http://blog.tamagaro.net/wp-content/uploads/2011/04/11425022.jpg>, (<http://www.nhm.ac.uk/resources/research-curation/projects/chalcidoids/images/chalc358.jpg>)
- Anonim, 2012b. <http://www.populerbilim.com.tr/arsiv/0512/a00.htm>

- Anonim, 2012c. [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/Lumme\(Nymphaea_candida\).JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/Lumme(Nymphaea_candida).JPG)
- Anonim, 2012c. <http://www.spoon-tamago.com/wp-content/uploads/2012/08/yukinori-yanagi-ant-farm-1.jpg>
- Anonim, 2012d. <http://www.bilgiportal.com/yazi/hayvanlar-ve-teknoloji-3216>
- Anonim, 2012d. <https://lolipopdusler.files.wordpress.com/2012/09/thai-jewel-beetles.jpg>
- Anonim, 2012e. http://butterfliesofamerica.com/images/Nymphalidae/Nymphalinae/Euphydryas_editha_quino/Euphydryas_editha_quino_MX_BAJA_CA_east_end_of_Calle_General_Lazaro_Cardenas_Ensenada_26-III-2010_2.JPG
- Anonim, 2012e. http://www.bitkiblog.com/wp-content/uploads/2012/11/ari_74651.jpg
- Anonim, 2012f. http://bp0.blogger.com/_cgrQOZgD7Ik/Rkj1uWK1VCI/AAAAAAAAAAek/YI6R9rguPXw/s1600-h/withusoragainstus.jpg
- Anonim, 2012f. <http://www.harunyahya.org/tr/Makaleler/115086/teknolojiye-ilham-kaynagi-olan-canlilara%E2%80%88ornekler> (25.01.2015)
- Anonim, 2012g. <http://www.acikbilim.com/2012/06/dosyalar/sibernetik-organizmalastirdigimiz-bocekler.html>
- Anonim, 2012g. <https://theaphidroom.files.wordpress.com/2012/04/5422731.jpg>
- Anonim, 2012h. <http://looklex.com/egypt/photos/luxor22.jpg>
- Anonim, 2013. <http://eportfolios.skagerak.org/artefact/file/download.php?file=2239&view=621>
- Anonim, 2013. <http://www.herturlu.org/?s=b%C3%B6ceklerin+%C3%B6zellikleri>
- Anonim, 2013a. Arıcılık Raporu-Ordu Ticaret Borsası derg. Sayı 2013 (1) s:8-9.
- Anonim, 2013a. <http://www.firefly.org/firefly-pictures.html>
- Anonim, 2013b. http://entomology.unl.edu/tmh/ent116/116_web_images_small/collectiona.jpg
- Anonim, 2013b. <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bilgipaket/canlilar/img/metamorfoz1.gif>
- Anonim, 2013c. http://tr.wikipedia.org/wiki/Adli_entomoloji
- Anonim, 2013c. <http://www.eframgoldberg.com/images/honeybee.jpg>
- Anonim, 2013d. <http://bugguide.net/images/cache/PLYL9LFLCL0RQHIRTZ7RCZ4RHHXZRH6RRHXZDLRZ3ZKRELLZPLXRJZJLULHZWLHZDLIZWLJLCZGRKHMZNLKRFZMRQH.jpg>
- Anonim, 2013d. http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Burying_beetle&oldid=622199891
- Anonim, 2013e. http://ponent.atSPACE.org/fotos/ins/Hymenop/Chalcid/Agaonidae/Blastophaga/blastophaga_psenes_01_p04799_montoliu.jpg
- Anonim, 2013e. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Musca_domestica_on_black_eyed_susan.jpg
- Anonim, 2013f. <http://images.sciencedaily.com/2013/01/130124123203-large.jpg>
- Anonim, 2013f. onedio.com/haber/dünya-mutfaklarında-yer-alan-ve-afiyetle-yiyebileceğiniz-15-bocek-190732
- Anonim, 2013g. http://www.ispotnature.org/sites/default/files/images/22400/fb6b70d7cfea2a04d5c1caae42a3ab8c_0.jpg
- Anonim, 2013g. <http://www.kolektomani.com/?p=1064>

- Anonim, 2013h. http://www.redorbit.com/media/uploads/2013/03/robot-and-antshutterstock_30266587-617x416.jpg
- Anonim, 2013h. http://www.wildaboutbritain.co.uk/archive/data/511/IMG_3674.jpg),(
<http://joakinmg.files.wordpress.com/2013/12/aphelinus-malli.jpg>
- Anonim, 2013i. <http://www.apitherapeutics.com/wp-content/uploads/2013/11/P1100193.jpg>
- Anonim, 2013j. <http://www.richard-seaman.com/Insects/Vietnam/Butterflies/BlackYellowAndRedVietnameseButterfly.jpg>
- Anonim, 2014. <http://global.britannica.com/EBchecked/topic/97055/carrion-beetle>
- Anonim, 2014. <http://www.biraz.gen.tr/biyoloji/bocek-nedir-bocekler-hakkinda-bilgiler>
- Anonim, 2014a. <http://animals.pawndation.com/carrion-flies-6940.html>
- Anonim, 2014a. <http://www.yaratiliselilleri.com/hayvanlar-alemi/938-yeryuzundeki-en-kalabalik-topluluk-bocekler.html>
- Anonim, 2014b. <http://www.eziraat.net/bocekler-nedir.html>
- Anonim, 2014b. <http://www.robaid.com/wp-content/gallery/bionic-robots-2/robot-insect-iunewind.jpg>
- Anonim, 2014c. <http://www.boredpanda.com/animal-architect-wildlife-home/>
- Anonim, 2014c. <http://www.turkeyarena.net/hayvanlar-alemi/19437-bocekler-hakkinda-genel-bilgi.html>
- Anonim, 2014d. <http://widewallpapers.info/wp-content/uploads/2014/09/6797-stempunk-bug-trumpets-1920x1080-music-wallpaper-Insect-Wallpaper-HD-free-wallpapers-backgrounds-images-FHD-4k-download-2014-2015-2016.jpg>
- Anonim, 2014d. <http://www.ihracathaber.org/genel/boceklerin-insanlarla-olan-iliskileri.html>
- Anonim, 2014e. <http://www.karmabilgi.net/cicekte-tozlasma-ve-dollenme>
- Anonim, 2014f. <http://www.biyoloji-bilimi/1610939-ariciligin-tarimsal-uretimdeki-yeri-ve-onemi.html>
- Anonim, 2014g. <http://tr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=14486164>
- Anonim, 2014h. <http://www.jw.org/tr/yay%C4%B1nlar/dergiler/g201406/g%C3%BCbre-b%C3%B6ce%C4%9Finin-y%C3%B6n-bulma-yetene%C4%9Fi/>
- Anonim, 2014i. <http://www.food-info.net/tr/colour/cochineal.htm>
- Anonim, 2014j. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cochineal_drawing.jpg
- Anonim, 2014k. <http://www7.inra.fr/hyppz/IMAGES/7030402.jpg>
- Anonim, 2014l. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Karmin>
- Anonim, 2014m. http://tr.wikipedia.org/wiki/Adli_entomoloji
- Anonim, 2014n. http://ullam.typepad.com/photos/uncategorized/mar05_bug_jewelry.jpg
- Anonim, 2014o. <http://www.altugeti.com/mucevher-bocegi-ve-uzun-mesafeli-yangin-algilayicilari/>
- Anonim, 2014p. http://4.bp.blogspot.com/OmOw8mQixHw/TYH5cCfIQSI/AAAAAAAAACbA/cs05CtR34fE/s1600/fire_fighting_beetle_robot_german.jpg
- Anonim, 2014r. <http://cevreonline.com/cevre%20kirliligi.htm>
- Anonim, 2014s. www.probilgi.com/dunyanin-en-ilginc-ve-garip-yiyecekleri.html
- Anonim, 2014t. www.probilgi.com/dunyanin-en-ilginc-ve-garip-yiyecekleri.html
- Anonim, 2014u. <http://www.kozabirlik.com.tr/component/k2/item/137-tirtildan-kelebege.html>

- Anonim, 2014v. www.temyad.com/app/kullanici-dosyalari/İPEK.pdf
- Anonim, 2015. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/21/Cryptolaemus_montrouzieri_larva_InsectImages_5195077_cropped.jpg
- Anonim, 2015. <http://www.buzzaboutbees.net/insect-pollination.html>
- Anonim, 2015. <http://www7.inra.fr/hyppz/IMAGES/7032894.jpg>
- Anonim, 2015. www.bgc.org.tr/ansiklopedi/ipekbocekciligi.html
- Anonim, 2015a. <http://beekeeping101.psu.edu/assets/images/apis-mellifera.jpg>
- Anonim, 2015a. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/66/Dialeurodes_citri_larva.jpg
- Anonim, 2015a. <http://www.aricilik.gov.tr/teknikari...syon/index.htm>
- Anonim, 2015b. http://en.wikipedia.org/wiki/Dermestes_maculatus
- Anonim, 2015b. <http://tekkekoytarim.gov.tr/aricilik/polen.htm>
- Anonim, 2015b. <http://www.ru.all.biz/img/ru/catalog/1662337.jpeg>
- Anonim, 2015c. http://www.discoverlife.org/IM/IMWS/1008/320/Calliphora_vomitoria,I_MWS100811.jpg
- Anonim, 2015c. http://www.jpmoth.org/Bombycidae/Bombycinae/L2Bombyx_mori.jpg
- Anonim, 2015d. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Goldfliege_Lucilia_sericata.JP (12.01.2015)G
- Anonim, 2015e. http://en.wikipedia.org/wiki/Sarcophaga_africa
- Anonim, 2015g. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/dc/Drosophila_repleta_lateral.jpg
- Anonim, 2015h. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f7/Honey_comb.jpg
- Anonim, 2015i. <http://bugguide.net/images/raw/4RL/HQR/4RLHQROZ8RLHKRELHZFZ7RFZXR6L3LBL7ZULXZVL4RCZMROZ8RTLGRRHQZKH7ZRHXXZ9LHZWLFLOZ.jpg>
- Anonim, 2015j. <http://www.karidesforum.com/images/makaleresim/upload/images/bocekler/sivrisinek.jpg>
- Anonim, 2015k. <http://www.netpare.com/?a=108275>
- Anonim, 2015l. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ac/Defense.gov_News_Photo_040726-A-1300H-038.jpg
- Anonim, 2015m. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Microswitch.jpg>
- Anonim, 2015n. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35>
- Anonim, 2015o. <http://www.ahsap.com>
- Anonim, 2015p. http://www.organikilaclama.com/bocekilaclama_hasereilaclama_bocekturleri_karincalar_marangoz.html
- Anonim, 2015r. <http://www.bilgiustam.com/alternatif-besin-kaynagi-olarak-bocekler/>
- Anonim, 2015s. <http://www.beyazkovan.com/content/view/14/32/>
- Anonim, 2015t. <http://www.diptera.info/forum/attachments/fly20-7-11a.jpg>
- Anonim, 2015u. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4c/Lined_Hooktail_Paragomphus_lineatus_Male.jpg
- Anonim, 2015v. http://www.mmo.org.tr/resimler/bizden/orj/25608_09_34_17.jpg
- Anonim, 2015y. http://www.britishbugs.org.uk/homoptera/Aphrophoridae/Aphrophoridae_images/Neophilaenus_lineatus_3.jpg

- Atav, R., Demir, A., 2009. Dutla Beslenmeyen İpek Böceklerinden Elde Edilen İpek Lifleri . Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 3(3) 56-64.
- Auchter, E.C., 1924. The importance of proper pollinations in fruit yealds. N. J. St. Hort. Soc. News 133-142.
- Baer, W.S., 1931. The treatment of osteomyelitis with the maggot (larva of the blowfl y). J Bone Joint Surg 13:438-75.
- Beckerman, S., 1989. The Abundance ot Prolein in Amazonla: A Reply to Gross American Anthropologist 81: 533-560.
- Benedek, P., 1996. "Insect pollination of fruit crops", FloralBiology of Temperate Zone Fruit Trees and SmallFruits (eds. J. Nyeki, M. Soltesz). Akade'miai Kiado, Budapest, Hungaria, 287-341.
- Bertone M.A., 2004. Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae and Geotrupidae) of North Carolina cattle pastures and their implications for pasture improvement. M.S.Thesis. North Carolina State University. Raleigh, NC. 159 pp.
- Birişik, N., Kütük, H., Öztemiz, S., 2012.Biyolojik mücadele kitabı, T.C. gıda, tarım ve Hayvancılık Bakanlığı yayınları, Ankara, 224 s.
- Bodenheimer, F.S., 1951. Insects as Human Food. W. Junk, The Hague.
- Bohart, G.E., 1957. Pollination of alfalfa1 red clover. Ann. Rev. Entom., 2: 355-380.
1972. Management of wild bees for the pollination of crops. Ibid., 17: 287-312.
- Bolsinger, M., Flückiger, W., 1989. Ambient air pollution induced changes in amino acid patten of phloem sap in host plants-Relevance to aphid infestation. Environ. Pollut., 56 ; 209-216.
- Bosch, J., and Kemp, W.P., 2001. How to manage the blue orchard bee, *Osmia lignaria*, as an orchard pollinator. Washington, DC, Sustainable Agriculture Network.
- Bosch, J., and Kemp, W.P., 2002. Developing and establishing bee species as crop pollinators: the example of *Osmia* spp. (Hymenoptera: Magachilidae) and fruit trees. Bulletin of Entomological Research, 92: 3-16.
- Bristowe, W.S., 1932. Insects and other invertebrates for human consumption in Siam. Transactions of the Entomological Society of London, 80:387-404.
- Brothers, D.J., 1975. Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to the Mutillidae. University of Kansas Science Bulletin 50: 483-648.
- Brown, R., 2000. Honey royden brown's bee hive product bible. 123-133.
- Brunello, F., 1973. The Art of Dyeing in the History of Mankind, Vicenza.
- Buchmann, SL ve GP Nabhan, 1996. Forgotten pollinators,island pres,Washington, D.C
- Carreck, N. and Williams, I. 1998. The economic of bees in the U.K. Bee World, 86: 71-74.
- Butler, A., 2005. A Perfect Red: Empire, Espionage, and the Quest for the Color of Desire , New York: Harper Collins Press,
- Cambeftor, Y., 1994. Beetles as religious symbols. Cultural Entomology Digest. http://www.insects.org/ced2/beetles_rel_sym.html (10.02.2015).
- Cazzella, A., Moscoloni, M., 1998. "Cappa Navigata". Scavi e ricerche archeologiche dell'Universita'di Roma La Sapienza.
- Cengiz, S., 2011. Adli böcek bilimi. Bilim ve teknik dergisi, yıl 45, sayı:528
- Corbet, S.A., Williams, I.H., & Osborne, J.L., 1991. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the European community. Bee World, 72:47-59.
- Crane, E., 1975. Honey: A Comprehensive Survey,Heinemann, London.

- Çakalgöz, S.Y., Eltez, S., 2014. *C. rusci* dişileri kabuklarından antik dönemlerde kullanılan boya çıkarma yöntemleri ile boya eldesi. Pamukkale Üni. Sosyal Bil. Enstütüsü Dergisi, 17: 39-44.
- Çakmak, İ., 2002. Uludağ Arıcılık Dergisi, Cilt:2, (1), 27-29.
- Defoliart, G.R., 1975. Insects as a source of protein. Bulletin of the Entomological Society of America 21:161-163.
- Delaplane, K.S., Mayer, D.F., 2000. Crop Pollination by Bees, CABI Publishing, University Press, Cambridge, 344p.
- Derke, E.C., Dahwe, H.W., Schönbeck, F., Weber, A., 1994. Crop Pruduction And Crop Protection. Elsevier, Amsterdam. 808 p.
- Doğaroğlu, M., 1993. Bambul arısı (*Bombus* spp.) Yetiştirme Yöntemleri. T.Ü.Tekirdağ Ziraat Fakültesi Derg., 2 (2): 239-255.
- Dohmen, D.P., 1988. Indirect effects of air pollutant : Changes in plant/parasite interactions. Environ.Pollut., 53: 197-207.
- Dufour, D.L., 1987. Insects as Food: A Case Study from the North-West Amazon. American Anthropologist, 89: 383-397.
- Emiroğlu, K., 2011. Gündelik Hayatımızın Tarihi, İş Bankası Yayınları. 700 s.
- Fincher GT, Stewart TB, and Davis R. 1970. Attraction of coprophagous beetles to feces of various animals. Journal of Parasitology, 56: 378-383.
- Fischer, E., 1995. Ztschr. Ethn. Bd. 80, Heft 1, Braunschweig, 1-37.
- Fleischmann, W., Grassberger, M., Sherman, R., 2004. Maggot therapy: a handbook of maggotassisted wound healing. 1st edn. ed. Stuttgart: Thieme.
- Fletcher, S.W., 1917. The Strawberry In North America. History, Origin, Botany And Breeding. S.325. The Macmillan Co., New York.
- Forbes, R.J., 1964. Studies in Ancient Technology, Netherlands.
- Free, J.B., 1960. The behavior of honeybees visitingthe flowers of fruit trees. Journal and AnimalEcology, 29: 385-395.
- Free, J.B., 1993. Insect Pollination of Crops, 2. Edition,Academic press, London, 684pp.
- Freeman, H.S., Peters, A.T., 2000. Colarants for non-Textile Applications, Amsterdam.
- Genç, F., 1995. Bambul Arıları, *Bombus* spp. ve Türk Tarımı İçin Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (4): 557-568.
- Genç, F., Dodoloğlu, A., 2002. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları. No:166, 338 s, Erzurum
- Ghesquiére, J., 1947. Les insectes palmicoles comestibles (pp. 791-793). In: Les Insectes des Palmiers. P. Lepesme (ed.). Lechevalier, Paris, France.
- Goeden, R.D., 1988. A capsule history of biological control of weeds. Biocontrol News and Information 9: 55-61.
- Grassberger, M., 2013. Biotherapy - history, principles and practice : a practical guide to the diagnosis and treatment of disease using living organisms. New York: Springer; 350 p.
- Grassberger, M., Sherman, R.A., Gileva, O.S., Kim, C.M.H., Mumcuoğlu, K.Y., 2013. Biotherapy - history, principles and practice : a practical guide to the diagnosis and treatment of disease using living organisms. New York: Springer; 350 p.
- Gültekin, L., 2013. Yabancı otlarla biyolojik mücadele ders notları (basılmamış).
- Güneş, N., 2003. Balın bileşimi ve kullanım alanları. 2. Marmara Arıcılık Kongresi Bildiri Kitabı, 225. Yalova.

- Gürel, F., 2001. Mutaş, S., Doğadan Toplanan *B. terrestris* Ana Arılarının Laboratuvar Koşullarında Koloni Oluşturma ve Koloni Gelişimi Özellikleri, Tr. J. of Veterinary and Animal Science, 23: (1999), 379-84, Tübitak.
- Hain, F.P., Arthur, F.H., 1985. The role of atmospheric deposition in the latitudinal variation of fraser fir mortality caused by the balsam woolly adelgid. *Adelges plceae* (Hem. Adelgidae): A. Hypotesis. Z. Ang. Ent., 99 : 145-152.
- Hancı, H., Duman, E.Ç., 2000. Adaletin gerçekleşmesinde böceklerin de büyük yeri var!, Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi, Sayı 674, 18-20.
- Harrington, R., Luck, G.W., Harrison, P.A., remen, C., Berry, P.M., Bugter, R., 2001. Relationship between resistance to barley Ref 77.
- Hawaiian_damselfly_(Megalagrion_pacificum).jpg (19.02.2007)
- Heliövaara, K., Vaisanen, R., 1986. Industrial air pollution and pine bark bug, *Aradus cinnamomeus* (Het; Aradidae). J. Appl. Ent., 101 : 469-478.
- Holloway, J.K., 1964. Projects in biological control of weeds. In "Biological Control of Insect Pest and Weeds" P. DeBach (ed.), Chapman and Hall, London, 650-670.
- Hope, F.W., 1842. Observations respecting various insects which at different times offered food to man. Transactions of the Entomological Society of London 1842: 129-150.
- Huang, Y.G., Barl, B., Ivanochko, G., 2005. Selected non-timber forest products with medicinal applications from Jilin Province in China. European Tropical Forest Research Network. Non-Timber Forest Products Conference Proceedings, pp. 1-9. http://www.ncrs.fs.fed.us/pubs/gtr/other/gtr-nc217/gtr_nc217page%20093.pdf (07.01.2015)
- Illiger, K., 1804. Die essbaren Insekten und eine neue Art von Spinnen. Magazin fur Insektenkunde, 3: 207-214.
- Irvine, G., 1989. Putting Insects on the Australian Menu. Food Australia. January, 565-566.
- İrez, F., 1988. XIX. Yüzyıl Osmanlı Saray Mobilyası, Atatürk Kültür Merkezi Yayını, 110 s.
- Kamay, B.T., 1953. Adli Tıp, I. Cilt, A.Ü. Tıp Fak. Yayınları Sayı 34, Ankara, 120, 141-157.
- Kansu, A., 1983. Genel Entomoloji, Kıvanç Basımevi Ankara.
- Kantha, S.S., 1988. Insect Eating in Japan Nature, 336: 316-317.
- Karaat, Ş., Göven, C., 1986. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bazı yabancı otların zararına yaşayan böcek türleri üzerinde ilk incelemeler. Türkiye 1. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildiri Özetleri, 17.
- Karadağ, R., 2007. Doğal boyamacılık. Türk el halıları projesi s:154
- Karlıdağ, S., 2010. [arastirma.tarim.gov.tr/aricilik/Belgeler/dergi/6.Sayi 5. Mak.](http://arastirma.tarim.gov.tr/aricilik/Belgeler/dergi/6.Sayi%205.Mak.pdf)
- Kaziev, T.I., 1955. The role of bees in pollinating cotton. *Khlopkovodstvo*, 5(12) 39-40., 1956. Activity of honey bees on cotton. *Sotsial Sel. Khoz. Azerbaijan* 8 : 36-39., 1960. The influence of bee pollination on cotton quality. *Pchelovodstvo*, 37(7): 33-35.
- Kedici, R., K. Melan, A. Erciş, H. Ural, 1994. Ankara ve Çankırı illeri hububat tarlalarındaki önemli yabancıotlarda tespit edilen fitofag böcekler ve bunların biyolojik mücadele yönünden değerlendirilmesi. Türkiye 3. Biyolojik Mücadele Kongresi, (25-28 Ocak 1994, İzmir), 309-320.

- Kevan, P.G., 1990. Insect pollinators and sustainable agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, 5: 13-22.
- Khalifman, I.A., 1959. Heterosis in plants es the after-effect of pollination by bees. (Hysteresis):*Bee world*, 40 (12), 303-313.
- Kışlalıoğlu, M., Berkes, F., 1985. *Ekoloji ve Çevre Bilimleri: Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını*, Ankara, 361.
- Klausnitzer, B., 1981. *Beetles*. Exeter Books, New York, NY
- Klausnitzer, B., 1981. *Beetles*. Exeter Books, New York, NY.
- Klingman, G.C., 1982. *Weed Science: Principles and Practices Second Edition*. John Wiley and Sons, Inc., 448.
- Koch-Grunberg, T., 1921. *Zwei Jahre bei den Indianern Nordwest-Brasiliens*. Strecker and Schriider, Stuttgart, Germany.
- Koç, H., 2012. *hasankoc.net Entomoloji Ders notları s:10*
- Kökrek, M., 2013. *Edirnekâri, İsmek El Sanatları Dergisi*, Sayı:15.
- Kuvancı, A., 2009. *Arıcılık Araştırma Dergisi*. Sayı:2, 14-17.
- Lampeitl, F., 2007. *Arıcılık*. Editör: Prof. Dr. Türker Savaş, İstanbul.
- Levin, M.D., 1983. "Value of bee pollination to U.S .agriculture", *Bulletin of the Entomological Society of America*, 29, 50-51.
- Lodos, N., 1975. *Türkiye Entomolojisi-Ege Üniversitesi Yayınları*, 105-110.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., 1978. Ege ve Marmara Bölgesinin zararlı böcek faunasının tespiti üzerinde çalışmalar. *Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zir. Müc. Kar. Gn. Md.Yayınları*, 73-75.
- Lodos, N., Tezcan, S., 1995. *Türkiye Entomolojisi V Buprestidae*. Ege Üni. Basımevi, Bornova-İzmir. *Entomoloji Dern. Yayınları No:8*. 138.
- Loken, A., 1958. Pollination studies in apple orchards of Western Norway. pp. 961–965 in *Proceedings, 10th International Congress of Entomology*. Montreal.
- Maeta, Y., 1990. Utilization of wild bees. *Farming Japan*, 24: 13-19.
- Mansour, M.A., 2002. Epithelial corneal oedema treated withhoney.*Clinical and Experimental Ophthalmology*, 3, 141-142.
- McGregor, S.E., 1976. *İnsec Pollination of Cultivated rop Plants*. U.S.D.A. Agri. Handbook, No: 496, 411.
- Mel'nichenko, A.N., 1977. Role of insect - pollinators in increasing yields of agricultural plants. In "Pollination of Agr. Crops by Bees Vol. Ill", ed. A. N. Mel'nichenko, Amerind Pub. Co. Pvt. Ltd., N. Delhi, Bombay, Calcutta. New York, 150pp.
- Menke, H.F., 1950. Apple pollination in Washington State. *Rep. Iowa St. Apiarist*, 71–91.
- Menke, H.F., 1954. Insect pollina tion in relation to alfalfa seed production in Washington. *Bull. Wash. Agric. Exp. Stn. No. 555*.
- Michener, C.D., 2007. *The Bees of the World*. 2nd edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Miklucho-Maclay, N.von., 1875. *Ethnologische Bermerkungen über die Papuas de Maclay- Kuste in Neu Guinea*. *Natuurkunde Tijdschrift Nederlandisch Indie*, 35:70.
- Morse, R.A., Calderone, N.W., 2000. *The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000*, Cornell University, Ithaca, New York.
- O'Toole, C., Raw, A., 1991. *Bees of the World*. London, Blanford, 192 pp.

- Otis, G.W., 1997. Distributions of recently recognized species of honey bees (Hymenoptera: Apidae: *Apis*) in Asia. *Journal of the Entomological Society*, 68 (1996, suppl.): 311-333.
- Önder, F., Karsavuran, Y., 1986. İzmir çevresinde çiriş otu (*Asphodelus microcarpus* Viv.)'na karşı uygulanacak biyolojik savaşta *Capsodes infuscatus* (Brul.) (Heteroptera: Miridae)'un etkinliği üzerinde gözlemler. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi, (12-14 şubat 1986), Adana, 270-279.
- Ötleş, S., 1995. Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri). Alaşehir MYO Yayınları No:2, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova/İzmir. 88 s.
- Özbek, H., 1979. "Doğu Anadolu Bölgesinin bazı yörelerinde bulunan *Osmia*, *Lithurga* ve *Coelioxys* (Apoidea : Megachilidae) türleri" *Türk. Bitki Kor. Derg.* 3 (1): 47-48.
- Özbek, H., 1979a. Kültür bitkilerinin tozlaşmasında bal arısı (*Apis mellifera* L.). Atatürk Üniv. Zir.Fak. Derg., 10 (1-2): 171-177.
- Özbek, H., 1992. Balarısı (*Apis mellifera* L.)'nın Bitkilerin Tozlaşmasında Kullanılması. Doğu Anadolu Bölgesi I. Arıcılık Semineri, Erzurum.185: 30-48.
- Özbek, H., 2008. Türkiye'de ılıman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 8(3): 92-103.
- Özbek, H., 2010. Uludağ Arıcılık Dergisi 1. Mak. www.uludagaricilik.org.
- Özbek, H., Çalmaşur, Ö., 2001. Sert çekirdekli meyvelerde tozlaşma, tozlatıcı böcekler ve tarımsal savaş. I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu (Yalova, 25-28 Eylül, 2001) Bildirileri. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova, 257-264.
- Özbek, H., van der Zanden, G., 1992a. "A preliminary review of the Megachilidae of Turaaa, Part II. Heriadini (Hym.: Apoidea)", *Türk. Entomol. Derg.*, 16 (3): 129-134.
- Özbek, H., van der Zanden, G., 1994. "A preliminary review of the Megachilidae of Turkey, Part IV. Megachilini and Lithurgini (Apoidea)", *Türk. Entomol. Derg.*, 18 (3): 157-174.
- Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H., Tursun, N., 2001. Herboloji (Yabancı Ot Bilimi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:20 Kitaplar Serisi.
- Pavlis, G.C., 2004. Blueberry Pollination. *New York Berry News*. Cornell University. 3: 6.
- Pyle, R., Bentzien, M., Opler, P., 1981. *Insect Conservation - Annual Review of Entomology*, 26 (1), 233.
- Ratcliffe, B.C., 2006. Scarb Beetles in Human Culture. *Coleopterists Society Monograph* , 5, 85-101.
- Reitter, E., 1961. Beetles. G. P. Putnam's Sons, New York, NY.
- Robinson, W.S., Nowogrodski, R., Morse, R.A., 1989. "The value of honeybees as pollinators of US crops", *American Bee Journal*, 128 (6), 411-487.
- Rosen, D., Debach, P., 1979. Species of Aphytis of the World (Hym.; Aphelinidae). *Series Entomologica Vol.17*, 801 pp.
- Rosenthal, S.S., Maddox, M.D., Brunetti, K., 1984. Biological Methods of Weed Control. *Monograph No. 1*, California Weed Conference, 88.
- Ruddle, K., 1973. The human use of insects: example from the Yukpa. *Biotropica*, 5, 94-101.
- Sabah, C., 2004. Insectes-bijoux et bijoux-insectes, 60-63.

- Sandberg, G., 1996. The Red Dyes, A World Tour of Textile Techniques.
- Savran, B., Koç, S., Çetin, G., Kolusayın, Ö., 1994. Adli Entomoloji, Adli Tıp Dergisi, 10 : 1-4, İstanbul, s.: 143-152.
- Schneider, F., 1948. beitrage zur Kenntnis der generationsverhältnisse und diapause rauberrischer Schwebfliegen (Syrphidae: Diptera). Mitt. D. Schweiz. Entomol. Ges., 21, 245-285.
- Selmi, E., 1998. Türkiye Kabuk Böcekleri ve Savaşı. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4042, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 11, Emek Matbaacılık, İstanbul, 196 s.
- Sert, O., 2003. hacettepe.edu.tr entomoloji ders notları s:114
- Sert, O., 2011. Adli Entomoloji. Hacettepe Üni. Biyoloji Ders Notları.
- Simic, S., and Glumac, S., 1987. The syrphid fauna of Montenegro (Insecta: Diptera): A zoogeographical analysis within the Balkan Peninsula. Biologia Gallo-Hellenica, Kammena Vourla, 13, 99-102.
- Simics, M., 1998. Bee Venom. Exploring the healing power. 55-58.
- Skrebtsova, N.D., 1957. Role Bees In Pollination Of Strawberries. Pchelovodstvo, Russian, 34(7), 34-36.
- Sommaggio, D., 1999. Syrphidae: Can they be used as environmental bioindicators?. Agriculture, Ecosystem and Environment, 74, 343-356.
- Sönmez, B., 2004. Hakiki bal nasıl anlaşılır. Uludağ Arıcılık Dergisi (3), 155.
- Spencer, B., 1928. Wanderings in Wild Australia, Volume 1. London, UK.
- Spencer, H.J., N.E. Scott, G.R. Port and A.W. Davidson, 1988. Effects of roadside conditions on plants and insects. I. Atmospheric conditions. J.Appl.Ecology, 25: 699- 707.
- Spencer, N.R., Hostettler, N., 1979. Annual Report. Biological Control of Weeds Laboratory Europe, USDA- ARS, Roma, 5-30.
- Sprecher, E., Taroni, G., 2004. Lucanus cervus Depictus. Giorgio Taroni Editore, Como, Italy.
- Strobel, G., 1991. Biological control of weeds. Sci.Am. July: 72-78.
- Sullivan, S., 2014. <http://19mayisgundem.com/bu-bocekler-misir-da-kutsal/257/> (30.09.2014)
- Şehsuvaroğlu, H.Y., 1960. Eski Türk Sanatları, Varlık Yayınları. İstanbul, 95 s.
- Terc, P., 1904. Lecture from the monthly assembly of beekeepers, Bee Venom: the natural curative for arthritis and rheumatism, appendix H, G.P. New York,: Putnam's Sons.
- Tessmann, G., 1913. Die Pangwe; Völkerkundliche Monographie eines Westafrikanischen Negerstammes; Ergebnisse der Lübecker Pangwe-expedition 1907-1909 und früherer Forschungen 1904-1907, von Gunter Tessmann. E. Wasmuth, A.-G., Berlin.
- Torchio, P.E., 1991. Bees as crop pollinators and the role of solitary species in changing environments. Acta Hortc., 288, 49-61.
- Torchio, P.F., 1987. "Use of non-honeybee species as pollinators of crops", Proc. Ent. Soc. Ontario.
- Trushkin, A.V., 1960. Use of bees for cotton pollination. Agrobiologiya, 5:787-788., and N.G. Kushaev, 1961. Expériment on inter varietal cross polli-nation of cotton with the aid of bees. In Samarkandskili Sel khozinstitut jme ni V.V. Kuibysheva, 29-30.

- Tüzün, A., 2013. Tarımsal Ekosistemde Arıların Önemi B. Bil. Arştırma. Derg., 6 (2), 91-95.
- Uygun, F.N., 2002. Bitki yabancı otlar ve biyolojik mücadele. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, Atatürk Üniversitesi, 4-7 Eylül, Erzurum-Türkiye, 49-60.
- Uygun, F.N., Koch, W., Walter, H., 1984. Yabancı Ot Bilimine Giriş (Kurs Notları) PLITS 2(1). Issn 0175-6192, Stuttgart.
- Van Zon, J.C.J., 1984. Economic weed control with grass carp. Tropical Pest Man., 30: 179-185.
- Vicens, N., & Bosch, J., 2000. Pollinating efficacy of *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae, Apidae) on red delicious apple. Environmental Entomology, 29, 413-42.
- Waili, A., 2001. Therapeutic and prophylactic effects of crude honey on chronic seborrheic dermatitis and dandruff. Eur Journal Res., 30;6(7), 306-308.
- Waterhouse, D.F., 1992. 1. Biological control: a viable strategy for the tropics. Proceedings of the Biological Control Session 3 rd International Conference on Plant Protection in the Tropics, (P.A.C. Ooi, G.S. Lim and P.S. Teng, ed.), MAPPS, 1-13.
- Westerkamp, C.W., 1991. Honeybees are poor pollinators—Why? Plant Systematics and Evolution 177, 71–75.
- Westerman, B.W., 1821. Über die Lebensweise der Insekten in Ostindien und am Cap. Magazin der Entomologie, 4, 411-427.
- Woodruff RE. 1973. The scarab beetles of Florida. Part I, the Laprostiti (subfamilies Scarabaeinae, Aphodiinae, Hybosorinae, Ochodaeinae, Geotrupinae, Acanthocerinae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services.
- Wrlght-Vane, R.İ., 1991. Why Not Eat Insects? Bulletin of Entomological Research, 81, 1-4.
- Xu, J., Liu, Q., Jing, H., Pang, B., Yang, J., Zhao, G., Li, H., 2003. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from dung beetles *Catharsius molossus*. Microbiology and Immunology, 47, 45-49.
- Yazıcıoğlu, G., Gülümser, G., 1993. İpek ve Diğer Salgı Lifleri, E.Ü. Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No: 27.
- Yıldırım, E., 2012. Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve İlaçlar. 3. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 219, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 330 s.
- Zimdahl, R.L., 1993. Fundamentals of Weed Science. Academic Pres, Inc., New York, 191-205.

ÖZGEÇMİŞ

15.08.1967 yılında Erzurum’da doğan Murat DOLAYMAN ilk, orta ve Lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1987 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünden 1991 yılında mezun oldu. Daha sonra görme yetisini kaybetti. 2010 yılına kadar ticaretle uğraştı. 2010 Eylül’de TC Milli Eğitim Bakanlığında engelli kadrosunda memur olarak göreve başladı. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji bilim dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. 16.10.2015 tarihinde Yüksek Lisans tezini başarı ile savunarak Ziraat Yüksek Mühendisi ünvanını kazandı.