

ADLI ÖNEMİ OLAN BÖCEK TÜRLERİNDEN *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) (DIPTERA: CALLIPHORIDAE)'NİN FARKLI SICAKLIKLARDA GELİŞİM SÜRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

RESEARCH ON DEVELOPMENT PERIODS OF FORENSICALLY IMPORTANT SPECIES *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) AT DIFFERENT TEMPERATURES

MERVE DİNAR

DOÇ. DR. OSMAN SERT
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2014

MERVE DİNAR'IN hazırladığı 'Adli Önemi Olan Böcek Türlerinden *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) (Diptera: Calliphoridae)'nın Farklı Sıcaklıklarda Gelişim Sürelerinin Araştırılması' adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **BIYOLOJİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ertunç GÜNDÜZ

Başkan

.....

Doç. Dr. Osman SERT

Danışman

.....

Doç Dr. Selma ÇALIŞKAN

Üye

.....

Yrd. Doç. Dr. Yakup ŞENYÜZ

Üye

.....

Yrd. Doç. Dr. Mahmut ERBEY

Üye

.....

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma Sevin DÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahriyat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

Beyan ederim.

13/06/2014

MERVE DİNAR

ÖZET

ADLI ÖNEMİ OLAN BÖCEK TÜRLERİNDEN *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) (DIPTERA: CALLIPHORIDAE)'NİN FARKLI SICAKLIKLARDA GELİŞİM SÜRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Merve Dinar

Yüksek Lisans, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Osman SERT

Haziran 2014, 43 Sayfa

Calliphora vicina (Robineau-Desvoidy, 1830) adlı entomolojide ölüm sonrası zaman tayininde yaygın biçimde kullanılan kozmopolit bir türdür. Bu çalışma, *Calliphora vicina*'nin literatürde daha önce çalışılmamış olan 15°C ve 18°C sıcaklıklarda deneysel olarak yetiştirilmesi ile ortaya çıkan ADH verileri ile belirtilen sıcaklıklarda ADH'ın teorik olarak hesaplanması arasında bir farklılık olup olmadığının tespitine yöneliktir. Bunun yanı sıra en düşük gelişim sıcaklığı olarak belirlenen 8°C'deki gelişimin hangi evreye kadar sürdüğünün belirlenmesi de amaçlanmıştır. Bahsedilen sıcaklıklarda yumurta, 1. larva, 2. larva, 3. larva ve pupa dönemlerinin süreleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Ayrıca belirlenen bu süreler literatürde bulunan diğer veriler ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler sonucu hesaplanan ADH deneysel ve teorik hesaplamalar bakımından farklılıklar göstermiştir. Bu tez çalışmasında da görüldüğü gibi aynı türün farklı ülke popülasyonlarında farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma ile ülkemize özgü verilerin oluşturulmasına yönelik adımlar atılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Adli entomoloji, sıcaklık, gelişim evreleri, *C. vicina*, ÖSZ, ADH

ABSTRACT

RESEARCH ON DEVELOPMENT PERIODS OF FORENSICALLY IMPORTANT SPECIES *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) AT DIFFERENT TEMPERATURES

Merve DİNAR

Master, Department of Biology

Supervisor: Doç. Dr. Osman SERT

June 2014, 43 Pages

This study involves development stages of *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy, 1830) species using forensic entomology to estimate after time of death at 15°C and 18°C temperatures and these temperatures are not be found in literature. Values which were obtained from result of experiments and ADH values which were calculated with formula at these temperatures were compared with each other. In addition, other aim was that development would continue at 8°C that is lowest development threshold or would not. Time of development stages that is egg, 1st instar, 2nd instar, 3rd instar and pupae were determined at these temperature separately. Also, these determined time was compared with values in literature. Consequently, experiment's results differed from calculated values. This study provides a basis to data set for deviation of development stages depending on differences in the populations of each country.

Key words: Forensic entomology, temperature, development stages, *C. vomitoria*, PMI, ADH.

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimim ve tez çalışmamın her aşamasında tecrübeleri, değerli düşünceleri ve bilgisi ile yol gösteren değerli danışman hocam Doç. Dr. Osman SERT'e,

Dostluğunu, sabrını ve hoşgörüsünü sadece eğitim hayatımda değil, tüm yaşamım boyunca hissettiren, tez deneylerinin tamamlanmasında bana her zaman yardımcı olan dostum Melike Topçular'a,

Bilgilerini her zaman büyük özveri ile benimle paylaşan, her zaman desteklerini hissettiren ve tecrübeleriyle yanımda olan değerli hocalarım doktora öğrencisi Yavuz Turan'a, Araş. Gör. Dr. Burcu Şabanoğlu ve Araş. Gör. Dr. Senem Fırat'a,

Her zaman bilgi ve tecrübeleri ile tüm üniversite hayatımda yanımda olan Doç. Dr. Mahmut Kabalak ve Yrd. Doç. Dr. Fatih Dikmen'e,

Tez çalışmalarında ve yazım aşamasında her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen dostlarım Seçil Büyükkafadar ve Özgür Şahiner'e,

Beni her zaman destekleyen Hüseyin Ali Bolat, Esmâ Eren, Gülşah Örsel, Seda Ön, Gökhan Ergan ve Ömer Şahin'e,

Mutluluklarını her zaman benimle paylaşan Volkan Başoğlu, Ayşe Göklü, Gaye Atamtürktür ve tüm iş arkadaşlarıma,

Beni her zaman karşılıksız seven, tüm hayatım boyunca koşulsuz destekleyen ve her koşulda yanımda olduklarını bildiğim annem, babam ve ablama,

En içten dileklerle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ÇİZELGELER.....	v
ŞEKİLLER	vi
KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Adli Entomoloji Nedir?	1
1.2. Adli Entomoloji'nin Tarihi	2
1.3. Cesedin Çürüme Aşamaları ve Süksesyon	4
1.4. Süksesyona Etki Eden Faktörler.....	7
1.4.1. Coğrafik Farklılıklar	7
1.4.2. Mevsim Etkisi.....	8
1.4.3. Sıcaklık ve Nem Etkisi	9
1.4.4. Süksesyonu Etkileyen Diğer Etmenler	11
1.5. Calliphoridae Familyasının Özellikleri.....	11
1.5.1. <i>Calliphora vicina</i> (Rodineau-Desvoidy, 1830) Biyolojisi ve Morfolojisi:	13
1.6. Calliphoridae Familyası Üzerinde Sıcaklığın Etkisi ve Yapılan Çalışmalar	16
2. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3. BULGULAR	24
3.1. <i>Calliphora vicina</i> 'nın 15°C'de Gelişim Evrelerinin İncelenmesi	24
3.2. <i>Calliphora vicina</i> 'nın 18°C'de Gelişim Evrelerinin İncelenmesi	28
3.3. <i>Calliphora vicina</i> 'nın 8°C'de Gelişim Evrelerinin İncelenmesi	32
4. TARTIŞMA.....	33
KAYNAKLAR.....	38
ÖZGEÇMİŞ	43

ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Farklı araştırmacılara göre leşin çürüme evreleri.....	6
Çizelge 1.2. Greenberg'in dört farklı sıcaklıkta yaptığı çalışma	19
Çizelge 3.1. <i>C. vicina</i> türü için 15°C'de elde edilen gelişim süreleri	25
Çizelge 3.2. Marchenko'nun çalışmasından 15°C için hesaplanan ADH değerleri ile deneysel verilerin karşılaştırılması	26
Çizelge 3.3. Greenberg'in çalışmasından 15°C için elde edilen teorik veriler ile deneysel verilerin karşılaştırılması.....	27
Çizelge 3.4. <i>C. vicina</i> türü için 18°C'de elde edilen gelişim süreleri	30
Çizelge 3.5. Marchenko'nun çalışmasından 18°C için hesaplanan ADH değerleri ile deneysel verilerin karşılaştırılması	31
Çizelge 3.6. Greenberg'in çalışmasından 18°C için elde edilen teorik veriler ile deneysel verilerin karşılaştırılması.....	31

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. <i>C. vicina</i> ergin bireyin lateral görünüşü.....	14
Şekil 1.2. Ergin <i>C. vicina</i> , lateralden başın posterioründeki siyah kıllar.....	14
Şekil 1.3. Toraksın görüntüsü.....	15
Şekil 1.4. Abdomenin metalik görüntüsü	16
Şekil 2.1. Sanyo MIR-253 marka soğutmalı inkibatör.....	22
Şekil 2.2. Sanyo MIR-253 marka soğutmalı inkibatörün iç görüntüsü	23
Şekil 2.3. Leica Mz 16 A Binoküler Stereoskopik Mikroskop	23
Şekil 3.1. 15°C'de 3. larva evresine geçişte spirakülumlardaki deri değişimi.....	24
Şekil 3.2. 15°C'de 3. evre larvanın görünümü	25
Şekil 3.3. 18°C'de 2. larva evresine geçişte görünüm	28
Şekil 3.4. 18°C'de 3. larva evresine geçişte spirakülumlardaki deri değişimi.....	29
Şekil 3.5. 18°C'de farklı evrelerdeki pupaların görünümü.....	29
Şekil 3.6. 8°C'de gelişimini tamamlayamayan yumurtaların görünümü	32

KISALTMALAR

ÖSZ : Ölüm sonrası zaman

ADH : Derece-Saat (Accumulated degree hours)

ADD : Derece-gün (Accumulated degree days)

1. GİRİŞ

1.1. Adli Entomoloji Nedir?

Böcekler, yaşayan yaklaşık iki milyon yaşayan türü ile en geniş Metazoa sınıfını oluştururlar ve yaklaşık 350 milyon yıldır dünya üzerinde yaşamaktadırlar [1, 2]. Değişen çevre koşullarına çok iyi uyum sağlarlar ve neredeyse bütün habitatlarda bulunurlar, bu nedenle insanlarla da yakın ilişki içindedirler [2]. Bu habitatlardan biri de omurgalı cesedir ve birçok böcek türü için çok uygun bir besin kaynağıdır [3].

Çürümeye olan ekolojik katkılarının yanı sıra, bazı böcekler adli incelemelerde önemli birer araç olarak kullanılabilir. Adli bilimlerin bir dalı olan adli entomolojide, böceklerin ve ilgili arthropodların (özellikle arachnidler, akarlar, keneler, akrepler ve örümcekler) sağladığı bilgilerden faydalanılarak adli olaylar aydınlatılmaktadır [4].

Şüpheli ölüm vakalarında akla gelen ilk sorulardan biri, kişinin ne zaman öldüğüdür ve bu sorunun cevabını en doğru verebilecek canlılardan biri böceklerdir [5]. Ölümü takip eden birkaç günlük süre için vücut sıcaklığının ölçülmesi, algor mortis, livor mortis ve rigor mortis analizleri ölümün üzerinden ne kadar zaman geçtiğini tespit etmek için kullanılabilir [6]. Oysa böcekler genellikle çürümeye başlayan cesedi ilk bulan canlılardır. Leş sinekleri (blow flies), cesede ulaştıklarında ölümü takip eden ilk birkaç saat içinde ceset üzerine yumurta bırakırlar. Böylece biyolojik saat işlemeye başlar, ceset üzerinde gelişen evrelerin yaş tespiti ile PMI (ölüm sonrası zaman) hesaplanır [3, 7].

Olay yerindeki entomolojik kanıtların değerlendirilmesi ve doğru yorumlanması, ölüm zamanı tespiti dışında ölümün gerçekleştiği mevsim, ölümün gerçekleştiği coğrafik konum, ölümden sonra cesedin taşınma ya da saklanma durumu, vücuttaki belirli travma bölgeleri, cinsel müdahalenin varlığı ya da uyuşturucu kullanımı gibi pek çok konunun ele alınmasına da yardımcı olur [8].

1.2. Adli Entomoloji'nin Tarihi

Belgelenmiş ilk adli entomoloji olayı, 13. yüzyılda avukat ve dedektif Sung Tzu tarafından Çin'de rapor edilmiştir. Pirinç tarlasında bir çiftçinin öldürülmesinden sonra dedektif işçilerin oraklarını incelemiş ve görünür kan lekesi olmamasına rağmen, orakların birinde leş sineklerini fark etmiştir. Daha sonra sorgulanan orak sahibi suçunu itiraf etmiştir [9].

13. ve 19. yüzyıl arasında biyolojideki bir dizi gelişmeler, adli entomolojinin bilimsel çalışmaların bir dalı haline gelmesinde temel olmuştur. İtalya'da Redi'nin 1668 yılında farklı türde hayvan cesetlerine yumurtlayan sineklerin larva gelişimleri üzerinde yaptığı çalışmalar ve Linnaeus'nin 1775 yılında sınıflandırma üzerine yaptığı çalışmalar en çok dikkat çeken iki gelişmedir [10]. Francesco Redi, et üzerinde üreyen kurtçukların "kendiliğinden" meydana gelmediğini, bunların sinek yumurtalarından geliştiğini kanıtlamıştır [11]. Linnaeus ise yaptığı taksonomi çalışmalarında, adli açıdan önemli *Calliphora vomitoria* (Linnaeus)'nın teşhisini yapmıştır [10].

17. yüzyılda Blankaart, böceklerin metamorfozunu açıklamıştır. 1829 yılında Mende yaptığı çalışmalarda tüm leşçil böceklerin listesini düzenlemiş, 1857 yılında ise Kraemer ölüm sonrası zaman hesaplamasında böceklerin kullanılmasının faydalarını ve problemlerini tanımlamıştır; bu verileri günümüzde hala geçerliliğini korumaktadır [6].

Tarihte olay yeri incelemesinde adli önemi olan böceklerin kullanıldığı, dikkat çeken olgulardan biri öldürülmüş bir yeni doğan cesedir. Boruda bulunan bir sandık içinde saklanan mumyalaşmış bebek cesedi üzerinde 1850 yılında Dr. Marcel Bergeret otopsi yapmıştır ve bulduğu böcek örneklerini incelemiştir. Olay doğru çözümlenmiş olsa da Dr. Bergeret'in sonuçları daha sonra tekrar sorgulanmış, o dönemde sınırlı olan böcek biyolojisi bilgisinden kaynaklı hataların olduğu düşünülmüştür [5, 6, 10].

1894 yılında Mégnin yayımladığı '*La Faune des Cadavres: Application de l'Entomologie à la Médecine Légale*' isimli tezinde, insan cesedinde gözlemlendiği böceklerden bahsetmiştir. Yaptığı araştırmalarda böcek süksesyionunu incelemiş ve bozulmanın 8 evrede gerçekleştiğini söylemiştir. Ceset üzerinde bulunan böceklerden ölüm zamanı hesaplama yöntemini geliştiren ilk bilim adamı da Mégnin'dir [11].

Reinhard ve Schmitz mezar faunası, Hauser ve Schneider ise cesetlerin iskeletleşmesi üzerine çalışmalar yapmış, Horoszkiewicz de cesetlerde böceklerden kaynaklanan değişimleri incelemiştir. Ancak bulunan veriler sadece biyoloji, ekoloji ve leşçil sineklerin süksesyonu ile ilgilidir; adli olaylarda kullanılmamıştır. Adli entomolojiyi Avrupa'da kullanarak ölüm sonrası zaman yapan araştırmacılar ise Leclercq, Nuorteva ve ark.'dır [6].

20. yüzyıla gelindiğinde böceklerin delil olarak kullanımı yaygınlaşmıştır. 29 Eylül 1935 yılında nehirde bulunan iki kadın cesedi incelenmiş ve üzerlerinde 3. evre *Calliphora vicina* larvaları bulunmuştur. Yapılan incelemede sineklerin cesetler nehre atılmadan önce yumurtladığı anlaşılmıştır ve bu bulgu diğer kanıtlarla birleştirilerek katil yakalanmıştır [10].

Takip eden yıllarda Davidson sıcaklığın böcek gelişimine olan etkisini incelerken, Kamal önemli leşçil sineklerden Calliphoridae ve Sarcophagidae familyalarını karşılaştırmıştır [12, 13]. Greenberg 1991 yılında yaptığı çalışmasında bazı türlerin belli sıcaklıklarda yumurta, 1. larva, 2. larva, 3. larva ve pupa evrelerine ait gelişim sürelerini ayrı ayrı tespit etmiştir [14].

Türkiye'de özellikle son yıllarda adli entomoloji ile ilgili tez çalışmaları ve makaleler yayınlamıştır. 2002 yılında köpek leşi üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, leşin çürüme aşamaları incelenmiş ve fauna belirlenmiştir [15]. 2006 yılında Ankara ili içerisinde 12 domuz örneğinin kullanılması ile bir yıl süren çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışmalar sonucunda "Ankara İli'nde (Merkez İlçe) Leş Üzerindeki Calliphoridae (Diptera) Faunasının Belirlenmesi ve Morfolojilerini Sistemik Yönden İncelenmesi" ve "Ankara İli'nde (Merkez İlçe) Leş Üzerindeki Coleoptera Faunasının Belirlenmesi ve Morfolojilerinin Sistemik Yönden İncelenmesi" adlı iki tez çalışması yayınlanmıştır [16, 17]. Ayrıca Ergin [18] "Adli Bakımdan Önemli Olan Böcek Gruplarından Calliphoridae Familyasına Ait *Calliphora vomitoria* Linnaeus 1758 ve *Chrysomya albiceps* Wiedemann 1819 Türlerinin Pupa Dönemindeki Gelişiminin İncelenmesi" ve Karabey [19] "Adli Bakımdan Önemli Olan Böcek Türlerinden *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) Pupa Gelişim Sürecinin İncelenmesi" isimli tez çalışmalarını yayınlamıştır.

1.3. Cesedin Çürüme Aşamaları ve Süksesyon

Ölüm sonucunda vücut kısımlarının çürümesi, hem içten hem de çevre ile etkileşim halinde, dinamik bir sistem biçiminde devam eder. Bu etkileşimler, cesedin gömülmesi, bir yere atılması, suya batırılması ve dondurulması gibi farklı durumlardan oldukça etkilenir. Flora, fauna ve mikrobiyota gibi faktörler de çürüme oranını az çok etkilemektedir. Çürüme belirgin olarak çevre sıcaklığı, nem, pH, O₂ ve diğer gazların basıncı ve lokal kimyasal çevre gibi faktörlerden etkilenmektedir [20]. Ayrıca böceklerin varlığı da çürümeyi hızlandıran faktörler arasındadır. Bahar ve yaz ayları boyunca cesede gelen böcek popülasyonunda artış vardır ki bu durum çürümenin hızlanmasına neden olur. Sonbahar ve kış mevsimi gibi daha düşük sıcaklıklarda ise cesede gelen böcek sayısı ve çeşitliliği azaldığı için çürüme yavaşlar. Cesedin üzerinde bulunan kıyafetler ve üstünün kapalı olup olmaması da çürümeyi etkilemektedir [21, 22].

Araştırmaların bazıları balık, küçük sürüngenler, kuş, fare, tavşan gibi hayvanlar üzerinde yapılmıştır [23, 24, 25, 26]. Ancak nispeten kılsız vücutları, boyutları, omnivor oldukları için bağırsak faunaları ve deri altı yağ tabakaları ile insana daha çok benzeyen domuzlar, deneylerde kullanılmaya daha uygundur [7, 27].

Çürümenin aşamaları farklı araştırmacılar tarafından farklı yorumlanmıştır. Howden 1950 yılında yayımladığı tezinde çürümeyi 2 evreye ayırmıştır [28]. Reed ise 1958 yılında köpek leşleri üzerinde yaptığı çalışmada çürümeyi 4 evrede açıklamıştır [29]. Taze evre canlılığın ölümü ile başlar ve cesedin şişmeye başladığı evrede sonlanır. Sıcak havada ceset birkaç gün içinde şişmeye başlar. Çürümenin ikinci evresinde şişme gözlenir. Takip eden üçüncü evrede ceset bozulmaya ve parçalanmaya başlar. Ceset belirli bölgelerinden parçalanmaya başladığı için, hava girişi sağlanır ve böylece aerobik olarak protein ayrışması gerçekleşir. Bu evre cesedin büyük kısımları kuruyuncaya kadar devam eder. Son evrede ise cesedin kuruması gerçekleşir. Bu evrenin başlangıcı ve bitişi tam olarak tespit edilemediği için diğer evrelere göre tespit edilmesi daha zordur. Genel bir tanımla, sadece çok az miktarda doku kaldığında son evre başlar ve hiçbir leşçil böcek kalmadığında evre tamamlanır [21].

Payne [30], çürüme evrelerini 6 aşamada incelemiş ve böcek süksesyonuna özellikle dikkat etmiştir. Taze evrede, ceset yerleştirdikten sonra 10 dakika içinde Calliphoridae

familyasından sinekler gelmiştir. Ceset yerleştirildikten 2 gün sonra şişme evresi başlamıştır. Çok sayıda Calliphoridae, Sarcophagidae ve Muscidae cesede yumurtlamıştır. 4. günden sonra larvalar tarafından ceset parçalanmaya ve ergin sinekler cesetten uzaklaşmaya başlar, Payne bu evreyi “aktif çürüme evresi” olarak tanımlamıştır. İlerlemiş çürüme evresi 6. günden itibaren başlar ve pek çok değişiklik meydana gelir. Larvalar cesetten uzaklaşmaya başlar ve genel olarak cesette ergin sinek bulunmaz. Takip eden gün, ceset kurumaya başlar ve beslenen larva sayısı azalır. 8. gün sadece kuru deri, kıkırdak ve kemikler kalır, böylece kuru evre başlar. Bu evrede bazen ceset üzerinde larva varlığı gözlenebilecek kadar yeterli besin olmadığı için bu larvalar gelişemez. Son olarak kalıntı evresi gözlenir ki kuru evrenin ne zaman sonlandığını tespit etmek oldukça zordur. Cesetten geriye sadece kıllar, deri parçaları, kemikler ve dişler kalmıştır. Herhangi bir böcek varlığı söz konusu değildir, pupalar mevcuttur [30].

Benzer olarak 1989 yılında Galloway ve ark. insan kalıntıları ile yaptıkları incelemede çürümeyi taze evre, erken çürüme evresi, ilerlemiş çürüme evresi, iskeletleşme ve iskeletin çürüme evresi olmak üzere 5'e ayırmıştır [22].

Çürüme evreleri ile ilgili olarak son yıllarda Tomberlin ve ark. [31] çalışmalar yapmış ve çürüme evrelerini entomolojik verilere göre incelemiştir. Bu çalışmaya göre çürüme kolonizasyon öncesi ve sonrası olmak üzere iki temel evreye ayrılmaktadır. Bu iki evre de toplam 5 aşamadan oluşmaktadır. Ölümün gerçekleştiği andan, arthropodların cesede ulaşmasına kadar geçen süre “kolonizasyon öncesi” olarak kaydedilmiştir. Arthropodların henüz cesede çıkmadığı dönem açığa çıkma evresidir. Ceset tamamen kapalı alandaysa, gömülmüşse ya da mumyalanmışsa böceklerin cesede ulaşması gecikeceğinden, doğal süksesyon süreci de engellenmiş olacaktır. Bu gibi durumlarda açığa çıkma evresi de uzun sürecektir. Arthropodların kimyasal reseptörleri ile cesedi fark edip yerini tespit ettikleri süre tespit etme evresidir. Arthropodların cesede ulaştıkları ve fiziksel temasa geçtikleri anda kabul etme evresi başlar. Kolonizasyon sonrası evre ise 2 aşamaya ayrılmaktadır. Arthropodların kolonizasyonun gerçekleşmesi tüketme evresi, cesette gelişen arthropodların erginleşerek cesedi terk ettikleri dönem ise uzaklaşma evresi olarak kaydedilmiştir [31].

Farklı araştırmacılar, çürümeyi farklı evrelere ayırmış olsa da yaptıkları gözlemler genel olarak benzerdir (Çizelge 1.1.).

Çizelge 1.1. Farklı araştırmacılara göre leşin çürüme evreleri

Reed [29]	Taze evre	şışmış evre	Çürüme evresi		Kuruma evresi	
Payne [30]	Taze evre	şışmış evre	Aktif çürüme evresi	İleri çürüme evresi	Kuru evre	Kalıntı evresi
Galloway ve ark. [22]	Taze evre	Erken çürüme evresi	İleri çürüme evresi		İskeletleşme	İskeletin çürüme evresi
Tomberlin ve ark. [31]						
Kolonizasyon öncesi			Kolonizasyon sonrası			
Açığa çıkma evresi	Tespit etme evresi	Kabul etme evresi	Tüketme evresi		Uzaklaşma evresi	

Ceset üzerinde bulunan bütün omurgasızların amacı beslenmek değildir. Bu nedenle leşçil canlılar 4 ekolojik kategoride incelenmektedir [3]:

1. Nekrofaj türler: Cesedin kendisinden beslenen ve ölüm zamanının belirlenmesinde en önemli rolü olan canlılardır; Diptera: Calliphoridae ve Sarcophagidae, Coleoptera: Silphidae, Dermestidae.

2. Nekrofaj türlerin predatörleri ve parazitleri: Adli açıdan en önemli ikinci kategoridir Coleoptera: Silphidae, Staphylinidae, Histeridae. Leşten beslenen bazı ileri evre

larvalarda predatör olan türler de mevcuttur (Diptera: Chrysomya (Calliphoridae), Ophyra ve *Hydrotaea* (Muscidae)).

3. Omnivor türler: Bazı eşek arısı, karınca ve Coleoptera türleri hem cesetten hem de ceset üzerindeki canlılardan beslenir.

4. Adventif türler: Çevrelerini genişletmek için cesedi kullanan canlıları kapsar [Collembola, örümcekler (rastlantısal olarak predatör de olabilirler)].

Cesede gelen canlıların amaçları farklı olduğu gibi, cesette bulunma zamanları da farklı olabilir. Leş sinekleri genellikle cesede ilk ulaşan canlılardır ve çok uzak mesafelerden bile bedenini çürütmesi ile yayılan kokudan etkilenebilirler [8]. Ceset çürüdükçe yayılan koku, zaman geçtikçe bazı türler için daha çekici bir hal alırken bazı türleri daha az cezbeder. Leş sinekleri ölümden çok kısa bir süre sonra cesede gelmiş olsa da cesedin mumyalaşma ya da kuruma evrelerinde salınan kokudan etkilenmezler [32]. *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, çürümenin taze evresini tercih eder [33].

1.4. Süksesyona Etki Eden Faktörler

Böcek süksesyonunu etkileyen çeşitli faktörler vardır. Coğrafik farklılıklar, mevsimsel etkiler, sıcaklık ve nem, gündüz-gece periyodu, güneş etkisi ve cesedin büyüklüğü bu faktörlerden bazılarıdır. Ayrıca cesedin su içinde bulunması, yanmış olması, gömülmesi, kapalı bir alanda (bina ya da araba gibi) olması da böcek kolonileşmesini büyük oranda etkilemektedir [34].

1.4.1. Coğrafik Farklılıklar

Cesedin bulunduğu coğrafik bölge (biyojeoklimatik alan) böcek kolonileşmesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bir bölgedeki habitat, vejetasyon, toprak tipi ve meteorolojik koşullar, o coğrafik bölgenin özelliklerindedir. Böcek türlerinin sıcaklık tercihleri mevsimlere göre farklı türlerin cesede çekilmesine yol açmaktadır. Böcek kolonilerinin farklılaşması sonucu cesedin çürütmesi de etkilenmektedir [35].

Leşçil böceklerin çoğu familyası oldukça yaygındır fakat bazı özel türler bölgeye göre farklılık gösterir. Cesette kolonileşen ilk gruplar genellikle leş sinekleri (Diptera: Calliphoridae) ve et sinekleridir (Diptera: Sarcophagidae). Ancak cesede gelen türler coğrafik koşullara göre farklılık gösterir. *Lucilia cuprina* (Wiedemann, 1830), *Chrysomya megacephala* (Fabricius, 1794) ve *Chrysomya rufifacies* (Macquart, 1830) Hawai gibi tropik bölgelerde cesede ilk gelen Calliphoridae türlerindedir [36]. Reed'in [1958] Tennessee'de yaptığı çalışmada cesede ilk gelen Calliphoridae türleri *Lucilia coeruleiviridis* (Macquart, 1855) ve *Phormia regina* (Meigen, 1826) iken, Payne'nin 1965 yılında Güney Carolina'da yaptığı çalışmada ise *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775) ilk kolonileşen tür olmuştur [30, 35]. Türkiye'de Şabanoğlu ve Sert, 2007 yılında yaptıkları çalışmada Ankara ilinde leş üzerindeki Calliphoridae faunasını belirlemiştir. Buna göre *Calliphora vicina* ve *C. vomitoria* hava sıcaklığının daha düşük olduğu ilkbahar ve sonbahar aylarında, *Chrysomya albiceps* ve *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) yaz aylarında cesede ilk ulaşan türlerindedir [37].

Coğrafik bölge farklılıkları, farklı türlerdeki böceklerin cesede ulaşma süresini de etkilemektedir. Bir bölge için hazırlanmış faunistik veriler, bir başka bölge için kullanılamaz. Her coğrafik bölge için ayrı çalışma yapılarak veri tabanlarının oluşturulması gerekmektedir [35].

Ayrıca bir türün farklı coğrafik bölgelere adapte olmuş populasyonları arasında da biyocoğrafik varyasyonlar bulunmaktadır. *Calliphora vicina* türü ile İngiltere'de yapılan bir çalışmada larvaların 35°C'de öldükleri gözlenirken, aynı tür ile Avustralya'da yapılan başka bir çalışmada 35°C'de larvalar gelişmiş ancak pupadan ergin çıkışı gerçekleşmemiştir. *Calliphora* türleri diğer Calliphoridae türlerine göre soğuk seven türler olarak bilinmesine rağmen, Avustralya'da sineklerin daha yüksek sıcaklıklara adapte olabildiği görülmektedir. Benzer şekilde, en düşük gelişim sıcaklıkları da biyocoğrafik bölgelere göre farklılık göstermektedir [38].

1.4.2. Mevsim Etkisi

Mevsimlerin hava koşulları, flora ve fauna üzerine büyük etkisi vardır. Dolayısıyla ceset üzerindeki kolonileşme de etkilenmektedir. Birçok leş sineği türü, mevsime bağlı olarak

çeşitlilik gösterir [35]. Örnek olarak, Calliphoridae familyasına ait türlerden *Calliphora vicina* ve *C. vomitoria* çok yüksek sıcaklıklarda bulunmaz ve soğuk seven türler olarak bilinirken, aynı familyaya ait *Lucilia sericata* ve *Chrysomya albiceps* türleri düşük sıcaklıklarda bulunmaz ve sıcak seven türler olarak bilinirler [39].

Belirli böceklerin mevsimselliği, yılın belirli dönemlerinde daha aktif olması ve mevsimlere göre farklı zamanlarda cesette kolonileşmelerinin adli çalışmalara etkisi önemlidir. Bu nedenle, öncelikle, leş üzerinde yapılacak bütün çalışmaların bir yıllık periyotta gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ölümün hangi mevsimde gerçekleştiğinin belirlenmesinde, böcekler çok değerli birer kanıt olabilir. Bu durum özellikle, ceset ölümden birkaç yıl sonra bulunduğu çok yararlı olabilir [20].

1.4.3. Sıcaklık ve Nem Etkisi

Böceklerin gelişim oranları, ortam sıcaklığı tarafından belirlenmektedir; yüksek sıcaklıklarda gelişim daha hızlı olmaktadır [30]. Anderson, düşük sıcaklıklarda sineğin yumurtadan ergin hale dönüşmesinin 1.4 – 2.3 kat daha uzun sürdüğünü belirtmiştir [40]. Örnek olarak, gereğinden fazla nem ve çok yüksek sıcaklıkların çürüme üzerindeki etkileri çok belirgindir. Bu gibi durumlarda bazı böcek grupları cesede hiç gelmez ya da larval gelişim tamamlanamaz. Payne, yüksek sıcaklıklarda cesedin kurduğunu ve Diptera larvalarının eksikliği nedeniyle Silphidae ve Staphylinidae familyasına ait larvaların gelişimlerini tamamlayamadığını gözlemlemiştir [30].

Özellikle sıcaklıktaki en ufak değişiklikler bile gelişim süresini etkilediği için, adli bir olayda deliller toplanırken ortamın, vücudun, yüzeyin, toprağın (5, 10 ve 15 cm derinliğe kadar) ve larval kitlelerin sıcaklıkları mutlaka ölçülmelidir. Ayrıca cesedin bulunduğu bölgeye ait sıcaklık verileri, en yakın meteorolojik istasyondan kişinin son görüldüğü günden itibaren cesedin bulunduğu güne kadar olan değerleri içerecek şekilde istenmelidir [39, 41, 42].

Yoğun beslenme aktivitesine bağlı olarak larval kitle içerisindeki sıcaklık, çevre sıcaklığından daha yüksek olabilir. Larval kitleler özellikle büyük cesetlerde yaygın olur.

Larva kitle sıcaklığının artırması, larval gelişim oranlarını ve dolayısıyla ölüm sonrası zaman tahminini oldukça etkilemektedir [39].

Leş sineklerinin gelişim süreçleri kullanılarak ölüm zamanının hesaplanmasında 2 yöntem kullanılmaktadır [43]. İlk yöntemde larval boyut, genellikle uzunluk, belirlenmiş diyagramda daha önceden belirlenmiş sıcaklık ve süre ile karşılaştırılır [44]. Ancak söz konusu diyagramların sınırlı sayıda olması, larvanın gerçek boyutunun hesaplanmasındaki zorluklar ve sadece larva evresi ile kısıtlı olması nedeniyle bu yöntemin uygulanması zordur. Diğer yöntemde ise gelişimin belirli aşamaları kullanılarak derece-gün (ADD) ve derece-saat (ADH) verileri hesaplanmaktadır.

Böcekler soğukkanlı canlılardır (poikilotermik). Vücut sıcaklıklarını kontrol edemezler, bu nedenle büyümek ve gelişmek için çevresel enerjiden (termal birim) yararlanırlar. Yaşam evrelerinin tamamlanabilmesi için gereken enerji hesaplanabilir bir birimdir. Derece-gün ($^{\circ}\text{D}$) olarak adlandırılan termal birimlerin toplanması ile gelişim periyotları elde edilebilir. Elde edilen veri birikmiş derece gün (ADD-accumulated degree days) olarak adlandırılır. Eğer periyodlar kısaysa ve gelişim süreleri saat bazında hesaplanmış ise bu durumda elde edilen veri birikmiş derece saat (ADH-accumulated degree hours) olarak hesaplanır [10].

ADD ve ADH hesaplamalarında türün minimum gelişim sıcaklığı ve o sıcaklıkta gelişimi için gereken süre kullanılmaktadır [43]. Gelişim için gerekli en düşük sıcaklık değeri (T_{\min}) türlere göre değişiklik gösterir [10].

ADD ve ADH verileri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$\text{ADD} = (T - T_{\min}) \times \text{gelişme günü}$$

$$\text{ADH} = (T - T_{\min}) \times \text{gelişme saati}$$

Buradaki; T: Sıcaklık ya da ortalama sıcaklık ve T_{\min} : En düşük gelişme sıcaklığı (gelişmenin durduğu en düşük sıcaklık) değerlerini ifade etmektedir [37].

1.4.4. Süksesyonu Etkileyen Diğer Etmenler

Cesedin yerleşimi çürümeyi ve böcek kolonileşmesini etkileyen faktörlerdendir. En belirgin etmen güneş ışığıdır. Direk güneş ışıklarına maruz kalan bir yerde bulunan ceset daha sıcak olacaktır. Sıcaklığın artması da çürümeyi hızlandıracaktır [35].

Bilinenin aksine böcekler kapalı mekanlardaki cesetlere de gelebilir ancak içeri giren böcek türlerine ve mekanın nasıl kapatıldığına bağlı olarak süksesyon sınırlı olacaktır. Cesedin gömülmüş, yanmış, giyinik ya da su içinde olması da süksesyonu etkileyen faktörlerdendir [35].

1.5. Calliphoridae Familyasının Özellikleri

Takım: Diptera

Alt takım: Brachycera

Üst familya: Oestroidea

Familya: Calliphoridae

Cesetle ilişkili 100'den fazla türün yaklaşık 18 familya ile temsil edildiği Diptera takımında en çok yararlanan familya Calliphoridae'dir (leş sinekleri) [11]. Leş sinekleri çok yaygın olarak bulunurlar ve genellikle metalik mavi-yeşil renkte olurlar. Bu türler cesede yumurtlar ve larvalar çürüten dokularla beslenir. Calliphoridae familyasındaki türler de diğer Diptera takımı türleri gibi holometabol başkalaşım geçirirler [2].

Vücut uzunluğu 8-22 mm arasındadır ve çoğu kozmopolittir. Bu familyadaki bazı türler canlı insan ve hayvanlardaki açık yaralara da yumurta bırakabilir. Adli önemlerinin yanı sıra omurgalı cesetlerinin çürütmesine yardımcı oldukları için, besin geri dönüşümü ve toplum ekolojisi açısından da oldukça değerli böceklerdir. Erginlerin boyutu, larva dönemindeki beslenme imkanına göre değişiklik gösterebilir [11].

Leş sinekleri cesedi ilk fark eden canlılardır. Dişileri vücutlarında ve bacaklarında bulunan algı organları ile vücudu ve özellikle cesedin yüz bölgesini tarayarak yumurtlamaya en uygun alanı bulduklarında yumurtalarını bırakırlar. Çok sayıda

yumurta burun ve ağız gibi vücutta bulunan doğal açıklıklara veya yaralanmış bölgelere bırakılır [11].

Yumurta: Leş sinekleri, her seferinde yaklaşık 300 yumurta olmak üzere, hayatları boyunca 3-4 kez yumurtlama yaparlar. Ancak bu yumurtaların hepsini aynı yere değil, farklı bölgelere kitleler halinde bırakırlar. Yumurtalar beyaz renkte, pirinç tanesine benzer şekilde yaklaşık 1,1 – 1,4 mm boyutlarındadır [45]. Dişiler genellikle ağız, burun deliği, genital bölge gibi doğal açıklıklara ya da açık yara ve ezilmiş bölgelere yumurtalarını bırakmayı tercih ederler [11]. Yumurtalar kan lekesi bulunan ya da ıslanmış giysilere de bırakılabilir [32].

Larva: Larvaların anterior uçları sivri, posterior uçları ise küt biçimde olup, bacaksız tiptedir. Yumurtalar birkaç dakika içinde çatladığında her birinden bir adet larva çıkar ve olabildiğince hızlıca cesedi delerek vücut içine doğru ilerlerler. Cesedin içinde yeterli nem ve sıcaklığı bularak, yağıştan, parazitlerden ve predatörlerden korunurlar. Ayrıca buradaki dokular larvalar için besin olarak kullanılmaya daha elverişlidir [2, 45].

Larvanın vücudu 12 segmentten oluşmaktadır. En son abdominal segmentte sayısı larva dönemine göre değişen spiraküller (hava deliği) bulunur. Larva başının içinde ve toraksa kadar uzanan, belirgin skleritlerden oluşan, kitin cephalopharyngeal iskelet bulunur [46]. Bu yapı tür teşhisi için önemli bir karakterdir [48]. Protoraksik segmentlerin her iki yanında anterior spiraküller bulunur (mevcut olduğunda genellikle ikinci larva evresinde görülür) ve gövde duvarından çıkıntı yapar [47].

Larvaların yumurtadan ilk çıktıklarındaki boyutları, yumurtadan biraz da büyüktür. İki kez deri değiştirme ile üç larva evresi geçirirler. Özellikle ikinci ve üçüncü larva evresindeki boyutlar türlere, beslenmeye ve sıcaklığa göre farklılık göstermektedir. Üçüncü larva yeterli boyuta ulaştığında beslenmeyi bırakır ve “post-feeding” olarak bilinen evreye geçer. Bu evrede larva, boyundaki hafif kısalma dışında herhangi bir yapısal değişiklik geçirmez ama rengi daha krem-si-beyaz olur. Aslında post-feeding dönemindeki larva hala 3. evrededir, fakat sindirim sisteminde değişiklikler olur [45].

Larva post-feeding evresinde cesetten uzaklaşarak predatör canlılardan korunabileceği başka bir yere göç eder. Genellikle yumuşak toprak içine ya da yaprak kalıntılarının altına yerleşir [49].

Post-feeding dönemindeki larva bir süre sonra gittikçe hareketsizleşir, anterior ve posterior uçları yuvarlaklaşarak pupaya benzer bir şekil alır ve metamorfoza hazırlanır [37].

Pupa: Pupalar fıçı tipidir ve larvanın vücuduna göre oldukça serttir (üçüncü larva kütikülasının sertleşmesi ile oluşur) [45, 47]. Leş sineklerinde pupa evresi, diğer evrelerden çok daha uzun sürer. Örnek olarak *Calliphora vicina* türünde diğer bütün evrelerle karşılaştırıldığında larva süresi gelişimin %60'ını oluşturmaktadır [45].

Larvadan ergin sineğe kadar gelişimde en önemli dönem olmasına rağmen, pupa “kara kutu” olarak tanımlanabilir. Metamorfozdaki dönüm noktalarının ve yaş tespitinin yapılabilmesi için pupanın disekte edilmesi gerekmektedir [45].

Ergin: Ergin, pupanın anterior ucunda bulunan kapağı açarak pupadan çıkar. Erginin bileşik gözleri arasında bulunan, gri renkte “ptilinum” olarak bilinen kese ritmik olarak şişip sönererek erginin pupayı çatlatmasına yardım eder. Ergin sineğin vücudu sertleşmeden önce ptilinum sönererek, başta bulunan sutur ile kapatılır [45].

Pupadan yeni çıkan ergin buruşuk kanatlı, ince abdomen ve bacaklı, belirgin ptilinumlu ve kurşun rengindedir. Birkaç saat sonra hemolenf basıncı erginin kanatlarını ve abdomenini genişletir, kütikülası sertleşir ve rengi türün karakterine göre belirginleşir [37]. Sıcaklığa ve türe bağlı olarak, karbonhidrat ve proteinle beslendikten sonra 3-5 gün içerisinde çiftleşmeye hazır olurlar [32, 49].

1.5.1. *Calliphora vicina* (Rodineau-Desvoidy, 1830) Biyolojisi ve Morfolojisi:

Alt familya: Calliphorinae

Yaygın olarak bilinen ismi Avrupa mavi şişe sinekleridir. Bu isim birkaç Calliphoridae türü için de kullanılmaktadır. Bu tür neredeyse tüm dünyada yaygın olarak bulunmaktadır. Erginleri genellikle 10-14 mm uzunluğunda büyük sineklerdir (Şekil 1.1.) [11].



Şekil 1.1. *C. vicina* ergin bireyin lateral görünüşü

Baş siyah, bucca'nın alt kısımları yani yanaklar ise kırmızı-turuncu renktedir (Şekil 1.2.). Bucca'nın siyah renkte olduğu *Calliphora vomitoria* türüne oldukça benzemektedir ancak *C. vomitoria* türünde başın posterior kenarında kırmızı-turuncu renkte kıllar bulunur [11].



Şekil 1.2. Ergin *C. vicina*, lateralden başın posterioründeki siyah kıllar

Toraksın epikütikulası siyah ve koyu mavi-yeşil renktedir fakat kıllarla kaplı ve grimsi puslu olduğu için genel olarak grimsi mavi renkte gözükmetedir. Toraksta kanatların başladığı bölgeler arasında koyu renkte uzunlamasına çizgiler bulunur [11]. Toraksta bulunan spiraküller turuncu renktedir [3]. Toraks ortasında bir çift kalın kıl sırası bulunur, bu kıllar “akrostiş kıllar” olarak bilinmektedir. Diğer leş sineklerinde olduğu gibi *Calliphora vicina* türünde de üçüncü bacağın koksasında, spirakülün gerisinde hipolpeural kıllar bulunur. Kanatların basicosta kısmı sarımsı-kahverengimsidir (Şekil 1.3.) [10].



Şekil 1.3. Toraksın görüntüsü

Abdomen metalik mavi renktedir ve genellikle abdominal tergitlerin posterior kenarları boyunca koyu mavi-siyah veya gümüş renklenme görülür (Şekil 1.4.). Bacaklar siyah renktedir ve vücut oldukça kıllıdır [11].



Şekil 1.4. Abdomenin metalik görüntüsü

1.6. Calliphoridae Familyası Üzerinde Sıcaklığın Etkisi ve Yapılan Çalışmalar

Sıcaklık, böcek erginleri ve larvaları gibi poikiloterm (=değişken sıcaklığa sahip) canlılar için oldukça önemli çevresel bir faktördür; canlıların gelişimlerini, davranışlarını, fizyolojilerini, yumurtlama aktivitelerini, beslenmelerini ve larva gelişimini etkilemektedir [50, 51].

Larvalar uygun olmayan sıcaklıklardan uzaklaşarak termotaksi gösterir. Aniden sıcak/soğuk sıcaklıklarla karşılaştırdıklarında anterior segmentlerini büzülterek tepki gösterirler [52]. Yüksek sıcaklıklar, Calliphoridae familyası larvalarının hareket kabiliyetini de artırmaktadır [53].

Çeşitli böcek gruplarındaki termo-reseptörlerin fizyolojileri farklı araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Başsız (acephalic) diptera larvalarında anten ve baş lobları bulunmadığı için bu reseptörler dorsalde ve terminal organlarda bulunur [52].

Ölüm sonrası zaman hesaplanmasında en önemli nokta larvaların gelişimindeki sıcaklık geçmişi. Genel olarak optimum gelişim aralığında, sıcaklık arttıkça böceğin gelişimi artarken, azaldıkça yavaşlamaktadır [40, 54, 55, 56]. Sıcaklık ve böceğin

gelişimi arasındaki bu doğrusal ilişkiye göre, gelişimin belirli bir evreye ulaşabilmesi için gereken sıcaklık gereksinimi, termal sabit olarak adlandırılmaktadır. Termal sabit değerinin birimi derece saat ya da derece gündür ve böceğin en düşük gelişim eşiğinin (bazal sıcaklık) üzerindeki sıcaklıklarda, gelişim sürelerinin çarpımlarının toplamı olarak (ADD/ADH) ifade edilir. Bu hesaplama aynı zamanda “toplam efektif sıcaklıklar kanunu” olarak da bilinmektedir [40, 55, 56, 57, 58].

Gelişim ve sıcaklık arasında doğrusal bir ilişki olduğu hipotezi temel alınarak adli entomolojide ölüm sonrası zaman tayini için (ÖSZ) ADD/ADH hesaplamaları yapılır. Ancak çalışılan sıcaklık ve türün gelişim gösterdiği optimum sıcaklık arasındaki fark az olduğunda, hipotezin daha doğru olduğu düşünülmektedir. Çalışılan sıcaklık ve optimum gelişim sıcaklığı arasındaki fark arttıkça, özellikle de türün en düşük ve en yüksek gelişim eşiklerine yaklaştıkça, sıcaklık ve gelişim arasındaki ilişkinin doğrusallığı da değişmektedir [40, 41, 59]. Örnek olarak Nabity ve ark., *Phormia regina* türü ile yaptıkları çalışmada, 12°C’yi bu tür için en düşük gelişim eşiği olarak tespit etmiştir. Çalışmada biyolojik gelişim eşiğine yakın olan 12°C, 14°C ve 15°C sıcaklıkları için ADD hesaplamaları yapılmış ve sırasıyla 348, 394 ve 380 (ortalama 374) olarak bulunmuştur. Türün optimum gelişim gösterdiği sıcaklığa yakın olan 20°C, 25°C, 26°C, 30°C ve 32°C sıcaklıkları için yapılan ADD hesaplamalarında ise verilerin sırasıyla 282, 280, 267, 290 ve 274 (ortalama 279) olduğu tespit edilmiştir [59]. Bu nedenle, literatür verileri karşılaştırma amacıyla kullanıldığında, çalışılan sıcaklığa yakın değerlerdeki gelişim süreleri dikkate alınmalı ve hesaplamalar bu verilere göre yapılmalıdır [40, 41].

Adli önemi olan sinek türlerine ait literatür verileri incelendiğinde, belirli bir sıcaklıkta bir türe ait gelişim sürelerinin farklı tespit edildiği görülmektedir. Bu farklılığın nedeni sadece deneysel metotlar gibi dış faktörlerden değil, türün farklı coğrafi alanlara gösterdiği adaptasyon ve farklı minimum gelişim eşik değerleri gibi türe özgü faktörlerden de kaynaklanmaktadır [41]. Örnek olarak, *Lucilia sericata* türünün en düşük gelişim sıcaklığını Amerika’da çalışan Greenberg ADD değerini 390,7, Avusturya’da çalışan Grassberger ve Reitter 446,5 olarak tespit etmiştir [41].

Leş sineklerinin farklı türleri, farklı oranlarda gelişim gösterirler ve adli önemi olan türlerin gelişim süreçleri üzerinde farklı araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmalar

bulunmaktadır [38]. Williams leşçil sineklerinin aktivitelerinin genellikle 10°C'de, Erzinçioğlu ise 12.5°C'de durduğunu bildirmiştir [33, 60, 61]. Ancak Davies ve Ratcliffe yaptıkları çalışmada, *C. vicina* türüne ait yumurtaları 3.5°C'de, larvaları 4°C'de ve pupaları 5°C'de geliştirmeyi başarmıştır [60, 62].

Marchenko, *C. vicina* türü ile yaptığı sıcaklık çalışmasında 29°C'de larva ölümü gerçekleştiğini gözlemlemiştir. *C. vomitoria* türünde ise 27°C ise pupa ölümü nedeniyle ergin sinek çıkışı olmamıştır. Bu iki türün aksine, sıcak seven tür olan *Chrysomya albiceps* 30°C'de gelişimini tamamlamıştır ancak 12°C ve 11°C'de larvalar ölmüştür. Aynı araştırmacı en düşük gelişim sıcaklıklarını *Calliphora vicina* için 2°C, *Calliphora vomitoria* için 3°C, *Lucilia sericata* için 9°C ve *Chrysomya albiceps* için 10.2°C olarak bildirmiştir [63].

Greenberg, *Calliphora vicina* türü üzerinde yaptığı çalışmada, 4 farklı sıcaklıkta örnekleri yetiştirerek, gelişme sürelerini tespit etmiştir. Bu çalışmaya göre 10°C'de yumurta gelişimi 88 saat, 2. larva evresinin sonuna kadar gelişim 224 saat, 3. larva evresi post-feeding döneminin sonuna kadar gelişim 355 saat sürmüştür, pupa gelişimi 980 saat sonunda tamamlanmıştır. 12.5°C'de yapılan çalışmada yumurta evresi 38 saat, 1. larva evresi 49 saat, 2. larva evresi 58 saat, 3. larva evresi 65 saat, post-feeding dönemi 199 saat sürmüştür ve pupa evresi 660 saat sonunda tamamlanmıştır. 19°C'de yumurta evresi 19 saat, 1. larva evresi 22 saat, 2. larva evresi 23 saat, 3. larva evresi 65 saat, post-feeding dönemi 118 saat sürmüştür, pupa gelişimi 336. saatte tamamlanmıştır. Son olarak çalışılan sıcaklık olan 25°C'de ise yumurta evresi 14 saat, 1. larva evresi 18 saat, 2. larva evresi 19 saat, 3. larva evresi 26 saat, post-feeding dönemi 122 saat sürmüştür ve pupa dönemi 261 saatte tamamlanmıştır (Çizelge 1.2.) [14].

Çizelge 1.2. Greenberg'in dört farklı sıcaklıkta yaptığı çalışma

Evreler	10°C	12,5°C	19°C	25°C
Yumurta	88 saat	38 saat	19 saat	14 saat
1. larva	224 saat	49 saat	22 saat	18 saat
2. larva		58 saat	23 saat	19 saat
3. larva		65 saat	65 saat	26 saat
Post-feeding	355 saat	199 saat	118 saat	122 saat
Pupa	980 saat	660 saat	336 saat	261 saat
Toplam	1647 saat	1069 saat	583 saat	460 saat

Greenberg ve Tantawi, benzer şekilde 1993 yılında *Protophormia terraenovae* ve *Calliphora vomitoria* türlerinin 12.5°C, 23°C, 29°C ve 35°C'de gelişim sürelerini incelemiştir. Bu çalışmada 29°C'de gelişen *C. vomitoria* pupalarından ergin çıkışı olmamıştır. 35°C'de ise tüm larvalar post-feeding döneminde ölmüştür [50].

Niederegger ve ark. ise sabit sıcaklığın yanı sıra, değişken sıcaklıkların Calliphoridae ve Sarcophagidae familyasındaki bazı türlerin gelişim sürelerine olan etkilerini incelemiştir. Çalışmada saat 06:00-14:00 arası sıcaklık 5°C'den 29°C'ye kademeli olarak yükseltilip, 14:00-22:00 saatleri arasında 29°C'den 5°C'ye kademeli olarak indirilmiştir ve 22:00-06:00 arası sıcaklık 5°C'de sabit tutulmuştur. Ayrıca 5°C, 13°C ve 19°C'deki gelişim süreçleri de incelenmiştir. Sonuçlara göre değişken sıcaklıklarda *Calliphora vicina* ve *C. vomitoria* türlerinin gelişim süreleri uzamaktadır. Bunun aksine değişken sıcaklıklarda *Lucilia illustris* (Meigen 1826) ve *Sarcophaga argyrotoma* (Robineau-Desvoidy 1830) türlerinin gelişim süreleri kısalmaktadır [46].

Ergil [18] yaptığı tez çalışmasında *Calliphora vomitoria* ve *Chrysomya albiceps* (Wiedemann 1819) türlerine ait pupaların 3 farklı sıcaklıkta gelişim aşamalarını

morfolojik olarak incelemiş ve sıcaklığın pupa gelişim süresine olan etkilerini gözlemlemiştir. Bu çalışmaya göre, *C.vomitoria* türünün pupa dönemi 15°C'de 501 saatte, 20°C'de 312 saatte ve 25°C'de 208 saatte tamamlanmaktadır. Elde edilen verilere göre 20°C'deki pupal gelişim süresi 15°C'deki gelişim süresine göre ortalama %38.83, 25°C'deki pupal gelişim süresi 20°C'deki gelişim süresine göre ise ortalama %32.13 kısalmıştır. *C. albiceps* türünün pupa dönemi ise 20°C'de 165 saatte, 25°C'de 116 saatte ve 30°C'de 86 saatte tamamlanmaktadır. 25°C'deki pupal gelişim süresi 20°C'deki gelişim süresine göre ortalama %32.23, 30°C'deki pupal gelişim süresi 25°C'deki gelişim süresine göre ortalama %30.17 kısalmıştır [18]. Benzer bir tez çalışmasını da Karabey [19] yürütmüştür. Karabey çalışmasında *Lucilia sericata* pupalarının 4 farklı sıcaklıktaki morfolojik gelişimlerini ve gelişim sürelerini incelemiştir. Çalışmasına göre *L. sericata* türü pupaların gelişimleri 15°C'de 498 saat, 20°C'de 314 saat, 25°C'de 171 saat ve 30°C'de 121 saatte tamamlanmaktadır. Bu verilere göre; 20°C'de gelişim 15°C'dekine göre ortalama %36.3, 25°C'deki gelişim 20°C'dekine göre ortalama %43.6 ve 30°C'deki gelişim 25°C'dekine göre ortalama %22.6 daha kısa sürmektedir [19].

Farklı sıcaklıklarda *Calliphora vicina* pupal gelişim sürelerini 2013 yılında yayımladıkları çalışma ile Defilippo ve ark. açıklamıştır. 5 farklı sıcaklıkta elde ettikleri verilere göre; yumurtlamadan itibaren pupaya girişe kadar geçen süreleri 15°C'de 12.4 gün, 20°C'de 8 gün, 23°C'de 7gün, 25°C'de 6.5 gün, 28°C'de 6 gün ve 30°C'de 5.5 gün olarak belirlemiştir. Yumurtlamadan itibaren erginlerin pupadan çıkışına kadar geçen süre ise 15°C'de 30.5 gün, 20°C'de 20 gün, 23°C'de 17 gün, 25°C'de 16 gün ve 28°C'de 15 gün olarak belirlemiş olup 30°C'de pupa ölümü gerçekleşmiştir [51].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez kapsamında Calliphoridae familyasına ait *Calliphora vicina* türü çalışılmıştır. *C. vicina* türüne ait olan ergin bireyler Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsünde toplanmış ve Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü “Biyokriminal Entomoloji Laboratuvarı”nda deneyler yürütülmüştür.

Deney kapsamında 3 farklı sıcaklıkta yetiştirme yapılmıştır. *C. vicina* türü sinekler daha çok kentsel alanlarda bulunur [11]. Bu nedenle deney süresince Beytepe Kampüsünün merkezi bölgelerine konulan koyun akciğeri üzerinden *C. vicina* türüne ait ergin bireyler canlı olarak yakalanmıştır. Laboratuvara canlı olarak getirilen ergin bireyler, Greenberg ve Kunich'in ergin tür teşhis anahtarı kullanılarak teşhis edilmiştir [41]. Teşhis edilen türler, inkübatör içine yerleştirilmiş tül kafeslerin içinde yetiştirilmiştir.

Literatürde daha önce 8°C, 15°C ve 18°C'de *Calliphora vicina* türünün gelişim sürelerinin incelenmediği belirlenmiştir. Deney süresince belirlenen bu sıcaklık değerlerinde *C. vicina* türünün yumurta, 1. larva, 2. larva, 3. larva ve pupa süreleri incelenerek, yaşam döngüleri gözlemlenmiştir.

Teşhis edilen erginler, en fazla 40 birey olacak şekilde 20x20x20 cm boyutlarındaki tül kafeslere yerleştirilmiştir. Ergin bireylerin beslenmesi için petri içine yerleştirilmiş pamuğa şekerli su ve süt tozu karışımı (50:50) emdirilmiş ve kafeslere konmuştur [64]. Daha sonra erginlerin yumurtlaması için petri içerisinde bir parça koyun akciğeri kafese yerleştirilmiştir. Besin ve ciğer eklenmesi ile dişilerin yumurtlaması için gereken protein ihtiyacı karşılanmıştır.

Tül kafes içerisine yerleştirilen ciğerler saat başı kontrol edilerek, yumurtlama olup olmadığına bakılmıştır. Yumurtlama davranışı gözlenen dişi bireyler daha sık gözlenmiş ve yumurtlamanın tam saati bu şekilde kaydedilerek, yumurtaların yerleştirildiği akciğer petrisi kafesten alınmıştır. Yetiştirilmek üzere tül kafesten alınan yumurtalar, tek bir dişi birey tarafından bırakılmıştır. Hava geçirebilecek kadar delik açılmış kapların içerisine talaş konarak, yumurta bulunan petri bu kaplara yerleştirilmiştir. Kap içine talaş konmasındaki amaç, larvalar tarafından akciğer sindirilirken oluşan fazla sıvının emilmesi ve nemin belirli bir seviyede tutulmasıdır.

Yumurtanın açılma zamanını tespit edebilmek için, ciğer üzerindeki yumurtalar yine saat başı kontrol edilmiştir. 1. larvaya geçiş zamanı yakalandığında, saat kaydedilmiş ve larvanın fotoğrafları çekilmiştir. Aynı yöntem kullanılarak 2. larva ve 3. larvaya geçiş dönemleri de tespit edilmiş ve veriler kaydedilmiştir.

Biyolojide kullanılan Termal Sabit " $t_k = t_d \times (T - k)$ " formülünden yararlanılarak, çalışılan bu sıcaklıklar için hesaplanan teorik gelişim süreleri ile elde ettiğimiz veriler karşılaştırılmıştır. Formülde yer alan " k " sabiti doğrudan literatürdeki hesaplanmış hali ile kullanılmıştır. Literatürden alınan bu sabit değer, formülde tekrar yerine konarak, çalışılan sıcaklıklardaki teorik gelişim süreleri elde edilmiştir. Formüldeki " T " değeri çalışılan sıcaklığı, " t_d " değeri ise bu sıcaklıktaki gelişim süresini belirtmektedir. Bir böceğin belirli bir sıcaklıkta gelişimini tamamlaması için gereken fizyolojik zaman ise " t_k " değeri ile ifade edilir. Bu tezde gelişim süreleri, her evre için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Sineklerin yetiştirilmesi Sanyo MIR-253 marka soğutmalı inkübatörde, tür teşhisi ile yumurta, larva ve ergin fotoğraflarının çekilmesi Leica Mz 16 A binoküler stereoskopik mikroskopla, pupa fotoğraflarının çekilmesi ise Canon D100 fotoğraf makinesi ile yapılmıştır (Şekil 2.1., Şekil 2.2., Şekil 2.3.).



Şekil 2.1. Sanyo MIR-253 marka soğutmalı inkibatör



Şekil 2.2. Sanyo MIR-253 marka soğutmalı inkibatörün iç görüntüsü



Şekil 2.3. Leica Mz 16 A Binoküler Stereoskopik Mikroskop

3. BULGULAR

3.1. *Calliphora vicina*'nın 15°C'de Gelişim Evrelerinin İncelenmesi

15°C'de yetiştirilen *Calliphora vicina* türü dişi birey 26.04.2013 tarihinde saat 15:00'da yumurtlamaya başlamış, 15:25'e kadar sürmüştür. Tek bir dişi bireyin, aynı zaman diliminde bıraktığı 90-100 adet yumurtanın 1. dönem larva evresine geçiş 28.04.2013 tarihinde saat 04:00'da başlamıştır. Verilerimize göre yumurta dönemi 37 saat sürmektedir.

1. dönem larvaların 2. döneme geçişi 29.04.2013 tarihinde saat 15:00'da başlamıştır. Gelişimleri takip edilen larvaların 1. larva evresini tamamlamaları 35 saat sürmüştür.

C. vicina için 15°C'de 2. dönem larva evresi 43 saat olarak kaydedilmiştir. 2. dönem larvadan, 3. dönem larvaya geçiş 01.05.2013 tarihinde saat 10:00'da başlamıştır. (Şekil 3.1. ve Şekil 3.2.).

3. dönem larvaların ilk pupaya geçişi 10.05.2013 tarihinde saat 20:00'da kaydedilmiştir. Pupaya giren ilk 10 bireyin pupaya girdikleri tarih ve saat kaydedilmiştir. Bu verilere göre 3. dönem larva evresi ortalama olarak 226 saat sürmektedir.



Şekil 3.1. 15°C'de 3. larva evresine geçişte spirakülumlardaki deri değişimi



Şekil 3.2. 15°C'de 3. evre larvanın görünümü

Pupaya giren ilk 10 bireyin, pupa dönemlerinin başlangıç ve bitiş zamanları kaydedilmiştir. Elde ettiğimiz verilere göre 15°C'de pupa evresi ortalama olarak 548,15 saat sürmektedir.

15°C'de *C. vicina* türüne ait bireyler yumurta döneminden ergin çıkışına kadar olan gelişimlerini toplam 889,15 saat yani 37,05 günde tamamlamıştır (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. *C. vicina* türü için 15°C'de elde edilen gelişim süreleri

Evre	Zaman (saat)
Yumurta	37 saat
1. Dönem Larva	35 saat
2. Dönem Larva	43 saat
3. Dönem Larva	226 saat
Pupa	548,15 saat
Toplam	889,15 saat = 37,05 gün

Marchenko [63] ve Greenberg'in [14] yaptığı çalışmalardan yararlanarak hesaplanan ADH değerleri ile elde ettiğimiz, 15°C için teorik veriler ile deney sonucu elde ettiğimiz verilerin karşılaştırılması Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Marchenko'nun çalışmasından 15°C için hesaplanan ADH değerleri ile deneysel verilerin karşılaştırılması

15°C	Teorik olarak hesaplanan veriler	Deney sonucu elde edilen veriler
Pupa dönemine kadar gelişim süresi	14,7 gün	14,21 gün
Toplam gelişim süresi	29,8 gün	37,05 gün
Toplam ADH (en düşük gelişim sıcaklığı 0°C)	10728	13337,25
Toplam ADH (en düşük gelişim sıcaklığı 2°C)	9297,6	11558,95

Çizelge 3.3. Greenberg'in çalışmasından 15°C için elde edilen teorik veriler ile deneysel verilerin karşılaştırılması

15°C	Teorik olarak hesaplanan veriler	Deney sonucu elde edilen veriler
Yumurta	31,7 saat	37 saat
1. Dönem Larva	40,8 saat	35 saat
2. Dönem Larva	48,3 saat	43 saat
3. Dönem Larva	220 saat	226 saat
Pupa	550 saat	548,15 saat
Toplam	890,8 saat = 37,12 gün	889,15 saat = 37,05 gün

3.2. *Calliphora vicina*'nın 18°C'de Gelişim Evrelerinin İncelenmesi

02.12.2012 tarihinde saat 10:30'da, 18°C'de yetiştirilen *C. vicina* türüne ait dişi birey yumurtlamaya başlamış ve 10:50'ye kadar yumurtlama devam etmiştir. Tek bir dişi bireyin aynı zaman diliminde bıraktığı 110-120 adet yumurta, düzenli aralıklarla gözlenmiş ve 03.12.2012 tarihinde saat 14:30'da açılmaya başlamıştır. 18°C'de *C. vicina* türü için yumurta gelişimi 28 saatte tamamlamıştır.

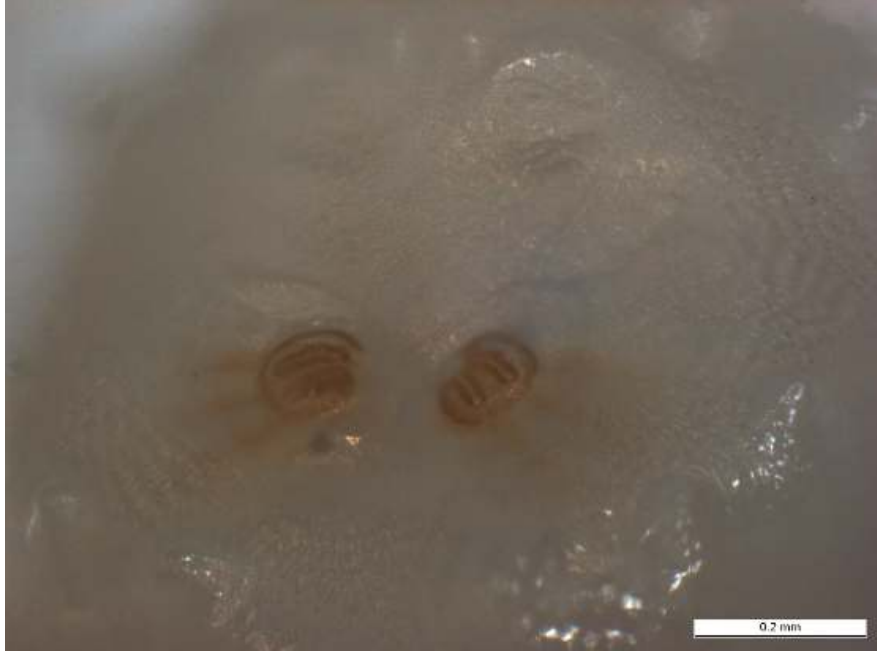
C. vicina için 18°C'de 1. dönem larvanın gelişim süresi 26 saat olarak kaydedilmiştir 1. dönem larvanın 2. dönem larvaya geçişi 04.12.2012 tarihinde saat 16:30'da başlamıştır. (Şekil 3.3).

2. dönem larva evresi 30.5 saat sürmektedir. 2. dönem *C. vicina* larvaları 05.12.2012 tarihinde saat 23:00'da 3. dönem larva evresine geçiş yapmaya başlamıştır (Şekil 3.4).

Pupaya giren ilk 10 birey ortalamasına göre, 3. dönem larva evresi ortalama 156 saat sürmektedir. İlk pupaya geçiş 12.12.2012 tarihinde saat 11:00'da kaydedilmiştir. İlk pupaya giren 10 bireyin pupa girişleri kaydedilmiştir.



Şekil 3.3. 18°C'de 2. larva evresine geçişte görünüm



Şekil 3.4. 18°C'de 3. larva evresine geçişte spirakülumlardaki deri değişimi



Şekil 3.5. 18°C'de farklı evrelerdeki pupaların görünümü

Pupaya giren ilk 10 bireyin, pupa dönemlerinin başlangıç ve bitiş zamanları kaydedilmiştir. Elde ettiğimiz verilere göre 18°C'de pupa evresi ortalama olarak 374,86 saat sürmektedir (Şekil 3.5)

18°C'de *C. vicina* türüne ait bireyler yumurta döneminden ergin çıkışına kadar olan gelişimlerini toplam 615,36 saat yani 25,64 günde tamamlamıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. *C. vicina* türü için 18°C'de elde edilen gelişim süreleri

Evre	Zaman (saat)
Yumurta	28 saat
1. Dönem Larva	26 saat
2. Dönem Larva	30 saat 30 dakika (30.5 saat)
3. Dönem Larva	156 saat
Pupa	374,85 saat
Toplam	615,36 saat

Marchenko [63] ve Greenberg'in [14] yaptığı çalışmalardan yararlanarak hesaplanan ADH değerleri ile elde ettiğimiz, 18°C için teorik veriler ile deney sonucu elde ettiğimiz verilerin karşılaştırılması Çizelge 3.5. ve Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.5. Marchenko'nun çalışmasından 18°C için hesaplanan ADH değerleri ile deneysel verilerin karşılaştırılması

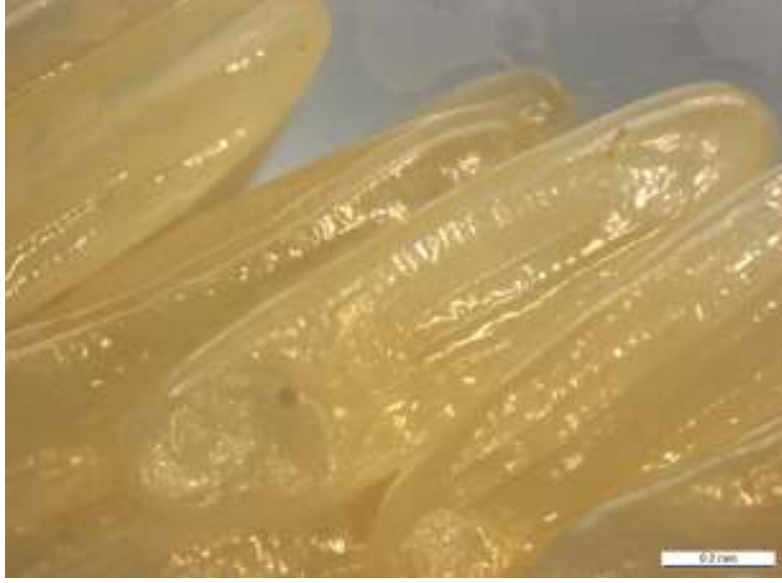
18°C	Teorik olarak hesaplanan veriler	Deney sonucu elde edilen veriler
Pupa dönemine kadar gelişim süresi	11,9 gün	10,02 gün
Toplam gelişim süresi	24,3 gün	25,64 gün
Toplam ADH (en düşük gelişim sıcaklığı 0°C)	10497,6	11076,48
Toplam ADH (en düşük gelişim sıcaklığı 2°C)	9331,2	9845,76

Çizelge 3.6. Greenberg'in çalışmasından 18°C için elde edilen teorik veriler ile deneysel verilerin karşılaştırılması

18°C	Teorik olarak hesaplanan veriler	Deney sonucu elde edilen veriler
Yumurta	20,06 saat	28 saat
1. Dönem Larva	23,2 saat	26 saat
2. Dönem Larva	24,3 saat	30,5 saat
3. Dönem Larva	193,17 saat	156 saat
Pupa	354,7 saat	374,86 saat
Toplam	615,43 saat = 25,64 gün	615,36 saat = 25,64 gün

3.3. *Calliphora vicina*'nın 8°C'de Gelişim Evrelerinin İncelenmesi

8°C'de *Calliphora vicina* türüne ait dişi bireyler 70-80 yumurta bırakmıştır. Ancak yumurtalar gelişmemiş ve 1. larva dönemine geçmemiştir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. 8°C'de gelişimini tamamlayamayan yumurtaların görünümü

4. TARTIŞMA

Holometabol başkalaşım geçiren bazı böcekler, adli sistem içinde ölüm sonrası zaman tahmininin yapılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ölüm sonrası zaman tahmininde kullanılan böceklerin farklı gelişim evrelerini etkileyen faktörlerin başında sıcaklık gelmektedir [56]. Bazı kaynaklarda aynı türe özgü sıcaklık gereksinimleri ve en düşük gelişim eşiği değerlerinin, türün yayıldığı coğrafi bölgeye göre değişiklik gösterebileceği belirtilmektedir [14, 41, 44, 55]. Bu nedenle adli öneme sahip türlere ait farklı sıcaklıklarda gelişim sürelerine ait verilerinin, ülkemiz popülasyonları için tespit edilmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Gelişim süreleri teorik olarak derece gün (ADD) ve derece saat (ADH) yöntemi ile hesaplanmaktadır. [9].

Sıcaklığın, *Calliphora vicina* türüne ait farklı gelişim evrelerine olan etkisi bazı bilim insanları tarafından incelenmiştir [14, 46, 51, 63]. Ölüm zamanı tayinlerinde hesaplamalar yapılırken genellikle, literatürdeki bazı temel çalışmalar hesaplamalarda kullanılmaktadır. Bu veriler faydalı olmakla beraber ülkeden ülkeye tartışmalı sonuçlar da bulunmaktadır. Bu çalışma ile, adli entomolojide önemli olan *C. vicina* türünün 8°C, 15°C ve 18°C sıcaklıklarda gelişim verilerinin ve bu türe özgü termal gereksinimlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Daha önce bu tür için ele alınmayan yukarıda belirtilen üç sıcaklık seçilerek, bu sıcaklıklarda yapılan yetiştirme deneyleri sonucunda elde edilen gelişim verileri, ilgili literatür verilerinden hesaplanan teorik gelişim süreleri ile karşılaştırılmış, deney sonucu bulunan veriler ile türe ait ADH değerleri hesaplanarak, literatürdeki çalışmaların bu sonuçlarla uyumlu olup olmadıkları ele alınmıştır.

Farklı sıcaklıklarda *Calliphora vicina* türünün yumurta, 1. larva, 2. larva, 3 larva ve pupa evlerini ayrı ayrı inceleyen tek çalışma Greenberg'e aittir [14]. Marchenko yaptığı çalışmada, *C. vicina* için 11°C ve 29°C arasında pupa evresine kadar geçen süreyi ve ergin çıkışına kadar olan süreyi tespit etmiş; diğer gelişim evrelerinin sürelerini ayrı ayrı hesaplamamıştır [63]. Hesaplamalar ve karşılaştırmalar da bu verilere dayanılarak yapılmıştır.

Greenberg'in yaptığı çalışmada en düşük gelişim eşik sıcaklığı (bazal sıcaklık) 0°C olarak kabul edilmiştir. Bu sebeple karşılaştırmalar yapılırken her evre için 0°C bazal sıcaklıkta 19°C ve 12,5°C'de ADH değerleri hesaplanmış ve elde edilen veriler

üzerinden bu çalışmada ele alınan 15°C ve 18°C için teorik gelişim süreleri bulunmuştur. 15°C için Greenberg'in çalışmasında yer alan 12,5°C verisi üzerinden oluşan ADH esas alınmıştır. Buna göre teorik olarak 15°C'de gelişimin 890,8 saat yani 37,12 günde tamamlanacağı hesaplanmıştır. Bu sıcaklıkta yaptığımız deney sonucu elde ettiğimiz verilere göre gelişim 889,15 saat yani 37,05 günde tamamlanmıştır. Elde edilen sonuç 15°C teorik hesaplama ile deneysel veriler arasında neredeyse fark bulunmadığını göstermektedir (Çizelge 3.3.). ADH hesaplamaları ile 15°C için yaptığımız teorik hesaplamalar ile elde ettiğimiz sonuçların uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Benzer şekilde, Greenberg'in aynı çalışmasında yer alan 19°C'deki gelişim süreleri kullanılarak, 18°C'deki gelişim süreleri için teorik hesaplamalar yapılmıştır. ADH hesaplamasından faydalanılarak elde edilen bu veriler ile deney sonucu elde ettiğimiz veriler karşılaştırılmıştır. Teorik olarak yumurta evresinin 20,06 saat, 1. larva evresinin 23,2 saat, 2. larva evresinin 24,3 saat, 3. larva evresinin 193,17 saat ve pupa evresinin 354,7 saat sürmesi gerekmektedir. Bu hesaplamalara göre gelişim 615,43 saat yani 25,64 günde tamamlanmaktadır. Deney sonucu elde ettiğimiz veriler ile teorik hesaplamada elde edilen veriler karşılaştırıldığında, gelişim dönemlerinin farklı evrelerinin sürelerinde farklılıklar olsa da, toplam gelişim süresinin aynı olduğu belirlenmiştir. Teorik ve deneysel veriler, her bir evre (yumurta, larva 1, 2, 3 ve pupa) için farklılık göstermektedirler. Ancak toplam süreler açısından bakıldığında sonuç neredeyse aynıdır (Çizelge 3.6.). Toplam sonucun birbirine çok yakın çıkması önemli olmakla beraber evreler arasında oluşan farklılık daha büyük önem arz etmektedir. Çünkü, bu evrelerden herhangi biri üzerinden yapılan hesaplamalar kısmı hatalara yol açabilecektir. Grassberger ve Reitter'in belirttiğine göre, ADH değeri sabit olacağı için evreler arasında oluşan fark, toplamda kendisini eşitlemektedir [44]. Bizim bu doğrultuda bulgularımız da Grassberger ve Reitter'in bulguları ile paraleldir. Bu araştırma çerçevesinde ele aldığımız Greenberg'in sonuçlarının hem bizim bulgularımızla hem de kendi içinde tutarlı olmadığı görülmüştür. 15°C ve 19°C için aynı ADH değerine sahip olması gereken çalışma sonuçları hem ara hem de toplam ADH değerlerinde farklılık gösterdiği görülmektedir. Her iki sıcaklık derecesi bakımından aradaki ADH farkı 2287,5 olmuştur.

Marchenko yaptığı çalışmada, *Calliphora vicina* için 11°C - 29°C arasında her derece için pupa evresine kadar geçen süreyi ve ergin çıkışına kadar olan süreyi tespit etmiş, yumurta ve larva evreleri gibi gelişim evrelerinin sürelerini ayrı ayrı hesaplamamıştır [63]. Marchenko'nun her bir evre için ayrı ayrı olmasa da, pupa evresine kadar ve toplam süre için 15°C ve 18°C de ADH ve süre (gün) hesaplaması olduğundan doğrudan bu verilerle araştırmadan elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır. Bu verilere göre: 15°C için, her iki çalışmada hem benzerlik hem de farklılık bulunmaktadır. Toplam gelişim sürelerine bakıldığında Marchenko'nun süreyi 29,8 bulduğu, yaptığımız çalışmada ise bu sürenin 37,05 gün olduğu tespit edilmiştir. İki çalışma arasındaki bu uyumsuzluğun nedeni pupa sürelerindeki farklılıktır. Marchenko'nun verilerine göre 15°C'de pupa gelişim süresi 15,1 günde tamamlanmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlarda ise pupa gelişimi 22,84 gün sürmektedir. Pupaya kadar olan evrelerin toplam gelişim süreleri karşılaştırıldığında ise uyumlu oldukları gözlenmektedir. Marchenko'nun 18°C'de elde ettiği veriler incelendiğinde ise toplam gelişim 24,3 gün sürmektedir. Yaptığımız deneyde ise gelişim 25,64 günde tamamlanmıştır. Pupa evresine kadar olan veriler karşılaştırıldığında, Marchenko gelişim süresini 14,7 gün olarak tespit ederken, çalışmamızda elde edilen verilere göre 14,21 gün bulunmuştur. ADH olarak verileri incelediğimizde, Marchenko, aynı çalışmasında en düşük gelişim eşiğini (bazal sıcaklık) 2°C olarak bulmuş elde ettiği verilerden 15°C için toplam ADH değerini 9297,6 olarak hesaplarken bizim hesaplamamızda ise ADH 11558,95 bulunmuştur. 15°C için yapılan karşılaştırmalarda hem gün hem de ADH değeri bakımından bizim bulgularımız yüksek çıkarak farklılık göstermektedir (Çizelge 3.2.). 18°C için elde ettiğimiz ADH değeri Marchenko'nun verileri ile nispeten yakınlık göstermektedir. Marchenko 9331.2 ADH, bulgularımız ise 9845,76 ADH olarak gerçekleşmiştir. Ortaya çıkan teorik ve deneysel sonuçları değerlendirirken 15°C için çok büyük bir sapma ortaya çıkarken, 18°C'de sonuçların birbirine yaklaştığı görülmüştür (Çizelge 3.5.). 15°C'deki büyük farklılığın bizim deney koşullarımızdan kaynaklanması ihtimalinin yanı sıra, Marchenko'nun eşik değeri sıcaklığını 2°C olarak alması da neden olabilir. Türkiye-Ankara popülasyonları ile çalıştığımız için, eşik değerinin Ankara için yeniden hesaplanması ve değerlendirmenin yeniden gözden geçirilmesi faydalı olacaktır.

Greenberg'in [14] yaptığı çalışmadaki ADH verileri incelendiğinde, farklı sıcaklıklar arasında sonuçların eşit çıkmadığı görülmektedir. 12,5°C için ADH değeri 12282,5 iken bu değer 19°C için 7287,5 olarak hesaplanmaktadır. Bu farklılığın bir nedeni, optimum sıcaklıkta ve optimum sıcaklığa yakın sıcaklıklarda, gelişim oranları doğrusallık gösterirken; optimum sıcaklıktan daha düşük ya da daha yüksek sıcaklıklarda gelişim oranlarına ait doğrusallığın değişmesi olarak açıklanabilir. Elde ettiğimiz verilere göre ADH değeri 15°C için 13337,25 iken 18°C için 11076,48 olarak hesaplanmıştır. Bulgularımızın, Greenberg'in [14] verilerinden ciddi sapma gösterirken Marchenko'nun [63] ADH verileri birbiri ile kısmen uyumlu olduğu görülmektedir.

8°C'de yaptığımız çalışmada yumurtalar açılmamış ve gelişim tamamlanmamıştır. Ancak Türkiye için yapılacak başka çalışmalarda 8°C'yi en düşük gelişim sıcaklığı olarak kabul etmek doğru olmayacaktır. Çünkü bu sıcaklıktaki çalışmanın tekrarlanması ve çalışılmamış ara sıcaklıklarda da yetiştirme deneylerinin yapılması gerekmektedir.

Türün gelişim-sıcaklık eğrilerinin doğru yorumlanması, dolayısıyla ölüm sonrası zaman (ÖSZ) tayininin doğru biçimde yapılması için, minimum gelişim eşik sıcaklığının biyolojik olarak tespit edilmesi oldukça önemlidir. Ancak ADD/ADH hesaplamalarında linear regresyon sonucu x-intercept metodu ile tespit edilen matematiksel bazal sıcaklık değerleri kullanılmaktadır [58, 59]. Her tür için farklı coğrafi bölgelerde farklılık gösterebilen bazal sıcaklık değeri, her bir gelişim evresi için de farklıdır [41, 59]. Bu çalışmada *Calliphora vicina* türünün gelişiminin yumurtadan ergine kadar incelenebildiği iki sıcaklık değeri için gelişim hızı (gün⁻¹)-sıcaklık (°C) grafiği yapılarak linear regresyon analizi ve x-intercept metodu kullanılarak ADD/ADH hesaplamalarında kullanılan matematiksel bazal sıcaklık değeri hesaplanmış ancak literatür karşılaştırmalarında kullanılmamıştır. Ikemoto ve Takai ile Sokal ve Rohlf iyi bir doğrusal regresyon modeli için en az 6 noktadan doğrusal ilişkiyi gösteren veri alınması gerektiğini belirtmişlerdir [65]. Dolayısıyla, yakın sıcaklıklarda ve daha geniş bir sıcaklık aralığında da deneylerin yapılmasının, hem yumurtadan ergine kadar olan toplam gelişim için, hem de her bir larva evresi için ayrı ayrı minimum gelişim eşik sıcaklıklarının matematiksel olarak tespit edilmesinin, daha kesin bir hesaplama için gerekli olduğu düşünülmektedir.

Diğer araştırcıların elde ettiği verilerden yararlanılarak yapılan teorik hesaplamalar ile doğru sonuç elde edilip edilmeyeceğinin tespitine yönelik olarak yapılan bu çalışmanın sonunda, bazı verilerde az olsa da, genel olarak ele alındığında dikkat edilmesi gereken bir fark olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuç, ülkemizdeki davaların üzümünde çok dikkatli hareket edilmesini ve ülkemizin farklı coğrafi bölgelerindeki populasyonlar için en kısa sürede ADD/ADH hesaplama çalışmalarının yapılmasının zorunluluğunu göstermektedir. Farklı ülkelerdeki araştırmacılar, populasyonlar arasındaki farklılıklara dikkat ederek, ortaya çıkan sapmaları tespit etmeli ve kendi veri tabanlarını mutlaka oluşturmalıdır. Bu yapılmadığı takdirde diğer araştırmalardan elde edilen veriler, belki de bir kişinin hayatına mal olabilecek bir hataya neden olabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Demirsoy A., *Yaşamın Temel Kuralları Cilt 2 Kısım 2: Omurgasızlar / Böcekler Entomoloji*, Meteksan A.Ş., 2003
- [2] Triplehorn C.A., Johnson N.F., Study of Triplehorn, C. A., Norman F. J., *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*, 7th Edition, Brooks/Cole: Cengage Learning, 2005
- [3] Smith, K. G. V., *A Manual of Forensic Entomology*, The Trustees of the British Museum (Natural History), 1986.
- [4] Kim K.C., Foreword, *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, (eds: Byrd, J. H., Castner, J. L.) 2nd Edition, CRC Press, ix-x, 2010.
- [5] Hall, R. D., Hundington, T. E., Introduction: Perception and Status of Forensic Entomology. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, (eds: Byrd, J. H., Castner, J. L.), 2nd Edition, CRC Press, 1-16 2010.
- [6] Amendt, J., Krettek, R., Zehner R., *Forensic Entomology*, Springer-Verlag, 91:51-65, 2004.
- [7] Catts E.P., Goff M.L., Forensic Entomology in Criminal Investigations, *Annual Reviews of Entomology*, 37, 253-272, 1992.
- [8] Anderson, G. S., Cervenka, V. J., Insects Associated with the Body: Their Uses and Analyses. *Advances in Forensic Taphonomy: Method, Theory, and Archaeological Perspectives*, (eds: Haglund, W. D., Sorg, M. H.), CRC Press, 173-200, 2002.
- [9] Benecke M., A Brief History of Forensic Entomology, *Forensic Science International*, 120, 2-14, 2001
- [10] Gennard D.E., *Forensic Entomology: An Introduction*, John Wiley and Sons Ltd., 2012
- [11] Byrd, J. H., Castner, J. L., Insect of Forensic Importance. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, (eds: Byrd, J. H., Castner, J. L.) 2nd Edition, CRC Press, 39-126, 2010.
- [12] Davidson J., *On the Relationship Between Temperature and Rate of Development of Insects at Constant*, Journal of Animal Ecology, 13:1, 26-38, 1944.
- [13] Kamal A.S., *Comparative Study of Thirteen Species of Sarcosaprophagous Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) I. Bionomics*, Annals Entomological Society of America, 51, 261-271, 1958.
- [14] Greenberg, B., Flies as Forensic Indicators, *Journal of Medical Entomology*, 28(5): 565-577, 1991.
- [15] Sert, O., Kabalak, M., Şabanoğlu B., Determination of Forensically Important Coleoptera and Calliphoridae (Diptera) Species on Decomposing Dog (*Canis lupus familiaris* L.) Carcass at Ankara Province, Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, 40(1), 99-103, 2012.
- [16] Şabanoğlu, B., *Ankara İli'nde (Merkez İlçe) Leş Üzerindeki Calliphoridae (Diptera) Faunasının Belirlenmesi ve Morfolojilerini Sistemik Yönden*

- İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- [17] Özdemir, S., *Ankara İli'nde (Merkez İlçe) Leş Üzerindeki Coleoptera Faunasının Belirlenmesi ve Morfolojilerinin Sistemik Yönden İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- [18] Ergil C., *Adli Bakımdan Önemli Olan Böcek Gruplarından Calliphoridae Familyasına Ait Calliphora vomitoria Linnaeus 1758 ve Chrysomya albiceps Wiedemann 1819 Türlerinin Pupa Dönemindeki Gelişiminin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- [19] Karabey T., *Adli Bakımdan Önemli Olan Böcek Türlerinden Lucilia sericata (Diptera: Calliphoridae) Pupa Gelişim Sürecinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2012.
- [20] Gill-King H., *Chemical and Ultrastructural Aspects of Decomposition, Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains* (eds: Haglung W.D., Sorg M.H.), CRS Press, 93-108, 1997.
- [21] Rodriguez W.C., Bass W.M., *Insect Activity and Its Relationship to Decay Rates of Human Cadavers in East Tennessee*, *Journal of Forensic Sciences*, 28:2, 423-432, 1983.
- [22] Galloway A., Birkby, W. H., Jones, A. M., Henry, T. E., Parks, B. O., *Decay Rates of Human Remains in an Arid Environment*, *Journal of Forensic Science*, 34, 607-616, 1989.
- [23] Abell, D. H., Wasti, S. S., Hartmann, G. C., *Saprophagous Arthropod Fauna Associated with Turtle Carrion*, *Applied Entomology and Zoology*, 17(3), 301-307, 1982.
- [24] Blackit R. E., Blackit R. M., *Insects Infestations of Small Corpses*, *Journal of Natural History*, 24, 699- 709, 1990.
- [25] Denno, R. F., Cothren, W. R., *Competitive Interactions and Ecological Strategies of Sarcophagid and Calliphorid Flies Inhabiting Rabbit Carrion*, *Annals of the Entomological Society of America*, 69(1), 109-113, 1976.
- [26] Kuusela, S., Hanski, I., *The Structure of Carrion Fly Communities: The Size and The Type of Carrion, Holarctic Ecology*, 5, 337-348, 1982.
- [27] Anderson, G. S., VanLaerhoven S. L., *Initial Studies on Insect Succession on Carrion in Southwestern British Columbia*, *Journal of Forensic Sciences*, 41(4): 617-625, 1996.
- [28] Howden A.T., *The Succession of Beetles on Carrion*, Yüksek Lisans Tezi, North Carolina State Collage, 1950
- [29] Reed H.B., *A Study of Dog Carcass Communities in Tennessee with Special Reference to the Insects*, *The American Midland Naturalist*, 59, 213-245, 1958.
- [30] Payne J.A., *A Summer Carrion Study of the Baby Pig Sus scrofa Linnaeus*, *Ecological Society of America*, 46:5, 592-602, 1965.
- [31] Tomberlin, J. K., Mohr, R., Benbow, M. E., Tarone A. M., VanLaerhoven, S., *A Roadmap for Bridging Basic and Applied Research in Forensic Entomology*, *Annual Review of Entomology*, 56: 401-21, 2011.
- [32] Nuorteva, P., *Sarcosaprophagous Insects as Forensic Indicators. Forensic Medicine: A Study in Trauma and Environmental Hazards*, (eds: Tedeschi, C.

- G., Eckert, W. G., Tedeschi, L. G.), Vol 2, W. B. Saundersr Company, 1072-1095, 1977.
- [33] Erzinçioğlu Y.Z., *The Biology of Blowflies Naturalists' Handbooks 23*, The Richmond Publishing Company, 1-71, 1996
- [34] Archer, M. S., Elgar, M. A., Yearly Activity Patterns in Southern Victoria (Australia) of Seasonally Active Carrion Insects, 2003.]
- [35] Anderson, G. S., Factors That Influence Insect Succession on Carrion. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, (eds: Byrd, J. H., Castner, J. L.), 2nd Edition, CRC Press,201-250, 2010.
- [36] Early, M., Goff, M. L., Arthropod Succession Patterns in Exposed Carrion on the Island of O'ahu, Hawaiian Islands, Usa, *Journal of Medical Entomology*, 23, 520-531, 1986.
- [37] Şabanoğlu B., Sert O., Determination of Calliphoridae (Diptera) Fauna and Seasonal Distribution on Carrion in Ankara Province, *Journal of Forensic Science*, 55:4, 1003-1007, 2010.
- [38] Donovan S.E., Hall M.J.R., Turner B.D., Moncrieff, Larval Growth Rates of the Blowfly, *Calliphora vicina*, Over a Range of Temperatures, *Medical and Veterinary Entomology*, 20, 106-114, 2006
- [39] Haskell N. H., Williams R. E., Collection of Entomological Evidence at the Death Scene. *Entomology and Death: A Procedural Guide*, (eds: Catts, E. P., Haskell N. H.), Joyce's Print Shop Inc., 1990.
- [40] Anderson G.S., Minimum and Maximum Development Rates of Some Forensically Important Calliphoridae (Diptera), *Journal of Forensic Sciences*, 45, 824-832, 2000.
- [41] Amendt J., Campobasso C.P., Gaudry E., Reiter C., LeBlanc H.N., Hall M.J.R., Best Practice in Forensic Entomology – Standards and Guidelines, *International Journal of Legal Medicine*, 121,90-104, 2007.
- [42] Scala, J. R., Wallace J. R., Forensic Meteorology: The Application of Weather and Climate. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, (eds: Byrd, J. H., Castner, J. L.), 2nd Edition, CRC Press, 519-538, 2010.
- [43] Ames C., Turner B, Lot Temperature Episodes in Development of Blowflies: Implications for Postmortem Interval Estimation, *Medical and Veterinary Entomology*, 17, 178-186, 2003.
- [44] Grassberger M., Reiter C., Effect of Temperature on *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae) Development with Special Reference to the Isomegalen- and Isomorphen-diagram, *Forensic Science International*, 120, 32-36, 2001.
- [45] Greenberg B., Kunich J.C., *Entomology and the Law: Flies as Forensic Indicators*, Cambridge University Press, 2002.
- [46] Niederegger S., Pastuschek J., Mall G., Preliminary Studies of the Influence of Fluctuating Temperatures on the Development of Various Forensically Relevant Flies, *Forensic Science International*, 199, 72-78, 2010.
- [47] Thyssen P.J., Keys for Identification of Immature Insects, *Current Concept in Forensic Entomology*(Eds. Amendt J., Goff M.L., Campobasso C.P., Grassberger M.), Springer Science+Bussiness Media B.V., 25-42, 2010.

- [48] Erzinçioğlu Y.Z., Immature Stages of British *Calliphora* and *Cynomya* with a Re-evaluation of the Taxonomic Characters of Larval Calliphoridae (Diptera), *Journal of Natural History*, 19:1, 69-96, 1995.
- [49] Haskell N.H., Hall R.D., Cervenka V.J., Clark M.A., On the Body: Insects' Life Stage Presence and Their Postmortem Artifacts, *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains* (eds: Haglung W.D., Sorg M.H.), CRS Press, 415-448, 1997.
- [50] Greenberg B., Tantawi T., Different Developmental Strategies in Two Boreal Blow Flies (Diptera: Calliphoridae), *Journal of Medical Entomology of Medical Entomology*, 30:2, 481-484, 1993.
- [51] Defilippo F., Bonilauri P., Dottori M., Effect of Temperature on Six Different Developmental Landmarks within the Pupal Stage of the Forensically Important Blowfly *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae), *Journal of Forensic Sciences*, 58:6, 1554-1557, 2013.
- [52] Hückesfeld S., Niederegger S., Schlegel P., Heinzl H.G., Spieß R., Feel the Heat: The Effect of Temperature on Development, Behaviour and Central Pattern Generation in 3rd Instar *Calliphora vicina* Larvae, *Journal of Insect Physiology*, 57, 136-146, 2011.
- [53] Charabidze D., Bourel B., Leblanc H., Hedouin V., Gosset D., Effect of Body Length and Temperature on the Crawling Speed of *Protophormia terraenovae* larvae (Robineau-Desvoidy) (Diptera Calliphoridae), *Journal of Insect Physiology*, 54, 529-533, 2008.
- [54] Dourel L., Pasquerault T., Gaudry E., Vincent B., Using Estimated On-Site Ambient Temperatures Has Uncertain Benefit When Estimating Postmortem Interval, *Psyche*, 2010, 1-7, 2010.
- [55] Nava D.E., Gomez-Torres M.L., Rodrigues M.D., Bento J.M.S., Haddad M.L., Parra J.R.P., The Effects of Host, Geographic Origin and Gender on the Thermal Requirements of Diaphorinacitri (Hemiptera: Psyllidae), *Environmental Entomology*, 39, 678-684, 2010.
- [56] Damos P., Savopoulou-Soultani M., Temperature-Driven Models for Insect Development and Vital Thermal Requirements, *Psyche*, 2012, 1-13, 2012.
- [57] Reibe S., vonDoetinchem P., Madea B., A New Simulation-Based Model for Calculating Post-Mortem Intervals Using Developmental Data for *Lucilia sericata* (Dipt.: Calliphoridae), *Parasitology Research*, 107:1, 9-16, 2010.
- [58] Higley L.G., Haskell N.H., Insect Development and Forensic Entomology. *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, (eds: Byrd, J. H., Castner, J. L.), 2nd Edition, CRC Press, 287-302, 2010.
- [59] Nabity P.D., Higley L.G., Heng-Moss T.M., Effects of Temperature on Development of *Phormia regina* (Diptera: Calliphoridae) and Use of Developmental Data in Determining Time Intervals in Forensic Entomology, *Journal of Medical Entomology*, 43:6, 1276-1286, 2006.
- [60] Faucherre J., Cherix D., Wyss C., Behavior of *Calliphora vicina* (Diptera, Calliphoridae) Under Extreme Conditions, *Journal of Insect Behavior*, 12:5, 687-690, 1999.
- [61] Williams H., A Model for the Aging of Fly Larvae in Forensic Entomology, *Forensic Science International*, 25, 191-199, 1984.

- [62] Davies L., Ratcliffe G.G., Development Rates of Some Pre-Adult Stages in Blowflies with Reference to Low Temperatures, *Medical and Veterinary Entomology*, 8:3, 245-254, 1994.
- [63] Marchenko M.I., Medicolegal Relevance of Cadaver Entomofauna for the Determination of the Time of Death, *Forensic Science International*, 120, 89-109, 2001.
- [64] Byrd J.H., Tomberlin J.K., Laboratory Rearing of Forensic Insects, *Forensic Entomology: The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, (eds: Byrd, J. H., Castner, J. L.) 2nd Edition, CRC Press, 39-126, 2010.
- [65] Richards C.S., Villet M.H., Data Quality in Thermal Summation Development Models for Forensically Important Blowflies, *Medical and Veterinary Entomology*, 23, 269-276, 2009.

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı: Merve Dinar

Doğum Yeri: Bursa

Medeni Hali: Bekar

E-posta: dinarmerve@hotmail.com

Adresi: 29. Sok. 17/1 Burç Apt. Emek /ANKARA

Eğitim

Lise: 2001-2005 Ankara Cumhuriyet Lisesi (Süper Lise)

Lisans: 2005-2010 Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü

Yabancı Dil

İngilizce

İş Deneyimi

Ekim 2012- (Halen) Vem İlaç San. ve Tic Ltd Şti.

Deneyim Alanları

-

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

-