

Türkiye’de sucul adli entomoloji üzerine bir ön çalışma

A preliminary study on aquatic forensic entomology in Turkey

Dilek Karataş¹, Mustafa Cemal Darılmaz²

Corresponding author: Dilek Karataş

Aksaray Science and Arts Center, Selçuklu M. 5534th St. No: 1 68100 Aksaray, Türkiye
email: dilekeroll@gmail.com

ÖZET:

AMAÇ: Sucul adli entomoloji, adli bilimlerin bir dalı olup ölüm sonrası su altında geçen zamanın belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de sucul alanda ölümler görülmesine rağmen, sucul adli entomoloji alanında yapılan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

YÖNTEM: Aksaray ilinde, iki adet domuz başı *Sus scrofa domestica* [Evcil domuz] [Erxleben, 1777] 36 gün boyunca adli öneme sahip sucul böceklerin belirlenmesine yönelik kafes içerisinde iki farklı drenaj kanalına yerleştirilmiştir. Domuz başları üzerine gelen böcekler, adli açıdan tür teşhisi yapmak için toplanmış ve leşin ayrışma aşamaları gözlemlenerek kaydedilmiştir.

BULGULAR: Leşlerden toplanan böceklerin teşhis işlemleri sonucunda Birinci deney hayvanında tespit edilen taksonlar: Diptera takımından Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Ephyridae ve Chironomidae familyalarına ait 9 tür; Coleoptera takımından Histeridae, Staphylinidae, Dytiscidae ve Helophoridae familyalarına ait 5 tür ve bir alttür; Hemiptera takımından Gerridae familyasına ait bir tür; İkinci deney hayvanında tespit edilen taksonlar Diptera takımından Calliphoridae, Muscidae ve Chironomidae familyalarına ait 7 tür; Coleoptera takımından Nitidulidae Dytiscidae ve Helophoridae familyalarına ait 4 tür; Hemiptera takımından Corixidae familyasına ait bir tür; Odonata takımından Libellulidae familyasına ait bir tür tespit edilmiştir.

SONUÇ: Bu çalışma adli öneme sahip sucul böceklerin belirlenmesi ile ilgili ülkemizde yapılan ilk çalışmadır ve tespit edilen taksonlar adli sucul entomoloji açısından ülkemizden ilk kez kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Adli sucul entomoloji, *sus scrofa domestica* [evcil domuz], sucul böcekler, Aksaray İli.

ABSTRACT:

OBJECTIVE: Aquatic forensic entomology is a branch of forensic science that applies the study of aquatic insects to criminal investigations, and is commonly used in death investigations for estimating the post mortem submersion interval. However, there is no study in the field of aquatic forensic entomology in Turkey although there are deaths reported as found in water.

METHODS: In the province of Aksaray (city), two pigs’ heads of *Sus scrofa domestica* (domestic pig) (Erxleben, 1777) species in cages were placed into two different drainage channels for 36 days for the purpose of attracting and identifying forensically significant aquatic insects. The insects on the carcasses were collected to identify the species, and decay phases were report

RESULTS: The taxa that were collected from the first test animal included 9 Diptera species from the families Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae, Ephyridae and Chironomidae; 5 Coleoptera species and a subspecies from the families Histeridae, Staphylinidae, Dytiscidae and Helophoridae; and one Gerridae species from the family Hemiptera. The taxa identified in the second test animal included 7 Diptera species from the families Calliphoridae, Muscidae and Chironomidae; 4 Coleoptera species from the families Nitidulidae, Dytiscidae and Helophoridae; one Hemiptera species from the family Corixidae; and one Odonata species from the family Libellulidae.

CONCLUSION: This is the first study carried out in Turkey regarding the identification of forensically substantial aquatic insects, and the detected taxa have been recorded for the first time in terms of forensic aquatic entomology in our country.

Keywords: Aquatic forensic entomology, *sus scrofa domestica* [domestic pig], aquatic insects, AKsaray (city).

1 Aksaray Science and Arts Center, Aksaray, Türkiye

2 Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Aksaray University, Türkiye

GİRİŞ:

Kaza, cinayet, intihar vb. ölümle sonuçlanan adli olaylarda kurbanların bazıları ölümünden uzun zaman sonra sucul, karasal vb. farklı ortamlarda bulunmaktadır (1). Bu olayların aydınlatılmasında, ölümden sonra geçen zamanın (ÖSZ) tahmin edilmesi önemlidir. Karasal ortamda ilk 72 saatte sonra, ÖSZ'yi tahmin etmek oldukça zordur (2). Sucul alanda ise ceset suyun içerisinde kaldığından ölüm sonrası sualtında geçen zamanı (ÖSSZ)'i tahmin etmek oldukça güçleşmektedir (3). ÖSZ'yi tahmin etmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden birisi de, ceset üzerine gelen eklem bacaklıların gelişim aşamalarına bakılarak yapılabilmektedir (2). ÖSZ tahmin etmede, eklem bacaklıların kullanıldığı adli bilimlerin bir dalı olan adli entomolojiden faydalanılmaktadır (4).

Dünyada sucul alanlarda adli entomoloji konusunda yapılan çalışmaların, karasal alanlara göre az olduğu ve bunun % 20'ler seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır (1). Sucul alanda adli öneme sahip böceklerin tespitine yönelik ilk çalışma Payne ve King (1972) (5) tarafından domuz leşi kullanılarak, sucul alanda ayrışma aşamalarının tespiti yapılmıştır. Vance vd., (1995) (6), adli sucul entomoloji çalışmalarında sucul böceklerin toplanması için bir materyal tasarlayarak özelliklerini tanıtmıştır. Haskell vd., (1989) (7) su içerisine bırakılan leşi adli entomoloji açısından değerlendirmiş ve leşin ayrışma hızını belirlemede, su derinliği, mevsimsel etki, su sıcaklığı vb. faktörler etkili olduğunu söylemiştir. Chin vd., (2008) (8) Malezya' da boğularak öldürülen yavru bir domuzu yapay bir gölete bırakarak 10 gün süreyle böcek kolonizasyonunu incelemiştir. Heaton vd., (2010) (9) çalışmasında, İngiltere' de son yıllarda ki ölüm raporlarını değerlendirerek cesedin suda beklediği gün sayısı (Accumulated degree days ADD) ile toplam suda ki ayrışma miktarı (Total Aquatic Decomposition Score TADS) hesabıyla ÖSSZ' nin tahmininin yapılabileceğini belirtmişlerdir. Barrios ve Wolff (2011)

(10), ÖSSZ tespiti için farklı özelliklere sahip sucul habitatlara domuz leşi yerleştirerek adli açıdan önemli böcek türlerini ve leşin ayrışma aşamalarını belirlemişlerdir. Tomberlin vd., (2012) (11), adli entomoloji ile ilgili yapılmış 75 yayını inceleyerek bu çalışmalarını 13 kriter yönünden karşılaştırarak, öneriler getirmişlerdir. Humphreys vd., (2013) (12), dokuz tane domuzu kafes içerisinde su altına koyarak yaptığı çalışmada leşin ağırlığındaki azalmaya bağlı olarak ÖSSZ hesaplamasını yapmışlardır. Magni vd. (2013) (13), iki kuyuya insan kalıntılarını koyarak adli entomoloji açısından gözlemişlerdir. Medina vd. (2015) (3) aquatic midge *Chironomus riparius* (Diptera, Chironomidae) gelişimsel oranının su altı batma aralığı ile ilişkisini değerlendirmişlerdir.

Türkiye'de adli entomoloji ile ilgili karasal çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan birkaçı şöyledir: Özdemir ve Sert (2009) (14) Ankara ilinde adli öneme sahip Coleoptera faunasının belirlenmesi, Şabanoglu ve Sert (2010) (15) Ankara ilinde leş üzerine gelen Calliphoridae türlerini ve mevsimsel dağılımını, Sert vd., (2012) (16) Ankara ilinde çürümekte olan köpek *Canis lupus familiaris* (Linnaeus, 1758) leşi üzerinde adli önemi olan Coleoptera ve Calliphoridae (Diptera) türlerinin tespit edilmesini araştırmıştır.

Karbeyaz vd. (2011) (17), Eskişehir ilinde Suda Ölü Bulunma Olgularında Çevresel Değerlendirme ve Adli Yaklaşım çalışmalarında; Türkiye'de, vaka sayı girdileri sağlıklı görülmemekle birlikte Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yapılmış olan 1999-2008 yılları arasındaki il ve ilçe merkezlerinde görülen ölüm istatistikleri verilerine göre, 1999 yılında toplam 243 kaza sonucu suda

Tablo 1: Çalışma noktalarının konum bilgileri.

	Enlem	Boylam	Yükseklik (Elipsoidal)
I. Çalışma Alanı	X	X	X
II. Çalışma Alanı	X	X	X

Tablo 2: Bu çalışmada teşhis edilen türler.

Takım	Familya	Tür	I. Alan	II. Alan
Diptera	Calliphoridae	<i>Chrysomya albiceps</i> (Wiedemann, 1819)	X	X
		<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830	X	X
		<i>Lucilia cuprina</i> (Wiedemann, 1830)	X	X
		<i>Phormia regina</i> (Meigen, 1826)	X	X
	Muscidae	<i>Muscina stabulans</i> (Fallén, 1817)	X	X
		<i>Musca domestica</i> Linnaeus, 1758	X	X
	Fanniidae	<i>Fannia scalaris</i> (Fabricius, 1794)	X	
	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	X	X
Ephydriidae	<i>Ephydra</i> sp.	X		
Coleoptera	Helophoridae	<i>Helophorus paraminutus</i> Angus, 1986	X	X
		<i>Helophorus micans</i> (Faldermann,1853)	X	X
	Dytiscidae	<i>Agabus conspersus</i> (Marsham, 1802)	X	X
		<i>Graptodytes sedilloti phrygius</i> (Régimbart, 1878)	X	
	Histeridae	<i>Saprinus lautus</i> (Erichson, 1839)	X	
	Nitidulidae	<i>Nitidula carnaria</i> (Schaller, 1783)		X
	Staphylinidae	<i>Aleochara cuniculorum</i> Kraatz, 1858	X	
Hemiptera	Gerridae	<i>Gerris thoracicus</i> Schummel, 1832]	X	
	Corixidae	<i>Sigara</i> sp.		X
Odonata	Libellulidae	<i>Sympetrum sanguineum</i> (Müller, 1764)		X

boğulma ve suya batma olayı bildirilmiştir. 2001–2010 yılları arasında Eskişehir’de toplam 2615 adli nitelikli ölüm meydana gelmiştir. Bu olguların 83 tanesi (% 3,2) suda ölü olarak bulunma niteliğindedir. Karasal alanda çalışmalar bulunmakla birlikte, sucul ortamlarda da ölümlerle sonuçlanan olaylar olmasına rağmen Türkiye’de sucul adli entomoloji alanında çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışma, Aksaray ilinin güneyinde bulunan 2 ayrı drenaj kanalına demir kafes içinde iki adet evcil domuz başı konularak, adli öneme sahip sucul böcekleri tespit etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, Türkiye’de ilk olması özelliğini taşımaktadır.

MATERYAL VE METOD:

Bu çalışmada, uygulama yapılan iki farklı alan için iki adet erkek evcil domuz (Sus scrofa domestica (Erxleben,1777)) ait domuz başları kullanılmıştır. Domuzların ikisi de 7,5 aylık ve yaklaşık 30 kg (\pm 1,5 kg)’dır. Domuzlar, 130 volt elektrik verilerek şokla bayıldıktan sonra boğazları kesilmiştir. Domuz başları, ortam sıcaklığı -8 oC olan soğuk hava deposunda 70 dakika bekletildikten sonra ambalajlanarak, domuz kesimhanesinden soğuk zincir yoluyla bir gün sonra gelmiştir. Gelen domuz başları donmadığı görülmüştür.

Araştırmada kullanılan leşleri çevreden gelecek dış faktörlerden korumak için kafes kullanılmıştır. Kafesler su derinliği göz önünde bulundurularak özel olarak yaptırılmıştır. Birinci alana konulan kafesin parmaklık aralıkları 3 cm ve 50x56x66 cm, ikinci alandaki kafesin parmaklık aralıkları ise 3 cm ve 50x 62x87 cm boyutlarındadır.

Kafes içine yerleştirilen domuz başları, birinci alanın su derinliği 1m, ikinci alanın su derinliği 2m olan derinlik farkına göre iki ayrı sucul alana yerleştirilmiştir. İki kafes arası yaklaşık 150 m uzaklıktadır. Sucul alanlar, Aksaray ilinin güneyinde, Aksaray Üniversitesi Yerleşkesi içerisinde kalan durgun ve birbirini kesen doğal drenaj kanalları seçilmiştir (Şekil 1) . Araştırma noktalarının konum bilgileri Tablo 1’ de verilmiştir.

Leş, 50 gün boyunca gözlemlenerek ayrışma evreleri izlenmiştir. Ancak, 37. günden sonra sert doku, yumuşak dokudan tamamen ayrıldığından günlük yapılan analiz, ölçümler ve tür toplanması sonlandırılmıştır. Bundan sonra, günlük değişimin fazlaca olmayacağı düşünülerek haftalık periyotlar halinde leşler yalnız fiziksel olarak incelenmiştir. Araştırma süresince iki ayrı çalışma alanından leşe gelen türler atrap, pens, süzgeç ve elek kullanılarak ayrı ayrı toplanmıştır. Toplanan türler, içerisinde %70 oranında etil alkol bulunan tüplere konulmuştur. Arazi defterine günlük kayıtlar hava durumu, leşte görülen fiziksel değişiklikler, gözlenen böcek takımları kaydedilmiştir.

Leşin ayrışma hızını belirlemede, su derinliği, mevsimsel etki, su sıcaklığı vb. faktörler etkili olmaktadır (7). Bu nedenle, 36 gün boyunca, her iki drenaj kanalında bulunan suyun, sıcaklık, pH, çözünmüş O₂, iletkenlik değerleri ve hava sıcaklığı değerleri her gün ölçülerek kaydedilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi Entomoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda petri kapları, pens, %70’lik etil alkol, böcek iğneleri, böcek yapıştırıcısı, böcek kartları, makas ve mikroskop kullanılmıştır. Toplanan örneklerin teşhis işlemleri Leica EZ4D ve Motic SMZ-168 model mikroskoplarla yapılmıştır.

Tüplerden çıkarılan örnekler petri kabına konularak mikroskop altında teşhisi yapılmıştır. Ergin böcek teşhisinde daha çok erkek genital diseksiyonu yapılmış, Diptera takımı teşhisinde ise daha çok dış morfolojik yapılar değerlendirilmiştir. Teşhis edilen ergin böcek örnekleri böcek iğneleriyle iğnelenerek veya böcek kartlarına yapıştırılarak standart müze materyali haline getirilmiştir. Yumurta, pupa ve larvalar içinde %70’lik etil alkol bulunan ependorf tüpler içine konularak muhafaza edilmiştir. Araştırma sonucu teşhisi yapılan türler Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi Entomoloji Laboratuvarında muhafaza edilmektedir.

Leşin ayrışma aşamaları Barrios ve Wolff (2011) (10) yaptıkları çalışmaya göre tanımlanmıştır. Türlerin teşhisinde ise Smith (1986) (18), Dobson (2013) (19), Velasquez vd., (2010) (20), Freude vd., (1967, 1971,1974) (21-23), Domínguez ve Pont (2014) (24), Bouchard (2004) (25), Epler (2001) (26), Spzila (2012) (27), larva teşhisinde Spzila (2010) (28), Spzila vd., (2013a,b, 2014) (29-31), James (1947) (32), Şahin (1987) (33), Nilsson ve Holmen (1995) (34), Angus (1988) (35), (36-40) yapılan çalışmalardan faydalanılmıştır.

BULGULAR

Leşin Ayrışması

Aksaray İlinin Güney Bölümünde adli öneme sahip sucul böceklerin tespitine yönelik, iki ayrı çalışma alanından türler, 36 gün süreyle toplanmıştır. Çalışma sonucunda; I. araştırma alanından 62 larva, 6 pupa, 35 ergin böcek, II. araştırma alanından ise 30 larva, 14 ergin böcek elde edilmiştir.

Leşlerden toplanan böcekler, laboratuvarında teşhis edilmiştir. Domuz leşlerinden toplanan örneklerin teşhis işlemleri sonucunda, 4 takıma ait, 18 tür ve 1 alt tür tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 3 ve tablo 4’de leşler üzerinde tespit edilen taksonların süksasyonu gösterilmiştir. Leş üzerine gelen ilk canlılar sineklerdir. Sucul ortamda da leşe gelen sineklerin Chironomus sp. olduğu gözlenmiştir. Değerlendirmeye göre teşhis edilen türlerin çoğu yüzen ileri çürüme evresinde

Tablo 5: Ayrışma evrelerine göre, leşte kolonize olan böcek gruplarının leşle olan ilişkisinin sınıflandırılması.

Takım	Familya	Karkas ile İlişkisi	Ayrışma Evreleri
Diptera	Calliphoridae	Necrophage	Yüzen Çürüme İleri Çürüme
	Muscidae	Necrophage	Yeni Batık Erken Yüzme Yüzen Çürüme İleri Çürüme Yüzen Kalıntılar
	Fanniidae	Necrophage	İleri Çürüme
	Chironomidae	Necrophage	Yeni Batık Erken Yüzme Yüzen Çürüme İleri Çürüme Yüzen Kalıntılar Batık Kalıntılar
Coleoptera	Helophoridae	Predator	Yeni Batık Erken Yüzme Yüzen Çürüme
	Dytiscidae	Predator	Erken Yüzme Yüzen Çürüme İleri Çürüme
	Histeridae	Predator	İleri Çürüme
	Staphylinidae	Predator	İleri Çürüme
	Nitidulidae	Tesadüfi	İleri Çürüme
Hemiptera	Gerridae	Tesadüfi	İleri Çürüme
	Corixidae	Tesadüfi	İleri Çürüme
Odonata	Libellulidae	Predator	İleri Çürüme

leş üzerinde bulunmuştur. Sineklerden Chironomus sp. hemen hemen her evrede leş üzerinde görülmüştür. Böcek süksesyonu değerlendirildiğinde özellikle Diptera takımına ait türlerin adli açıdan ÖSZ belirlemede kullanılabilmesi önerilebilir. Tespit edilen diğer taksonların ÖSZ tespitinde kullanılabilirliğinin doğrulanması için bu alanda yapılacak çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Leşle olan ilişkisine göre tespit edilen familyalar sınıflandırıldığında, nekrofaj, predatör ve tesadüfi grupların bulunduğu görülmüştür (Tablo 5). Nekrofaj türlerin larvaları leş üzerinden beslenirler. Predatör türler ise leş üzerinde bulunan larvaları ve böcekleri yiyerek beslenirler. Tesadüfi türler, leşin çevresinde bulunan leşe bağlı olmaksızın o bölgede bulunup leş üzerine uçarak gelen türlerdir.

Fiziksel ve Kimyasal Ölçümler

36 gün süreyle, her gün çalışma yapılan sucul alanlarda, su kalite sınıfını belirlemek amacıyla sıcaklık, pH, iletkenlik, çözülmüş oksijen ve doygunluğu ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 6).

Elde edilen sıcaklık değerlerinde, yağışlı günlerin haricinde, belirgin değişimlerin olmadığı görülmektedir. Çalışma süresi boyunca, hava ve su sıcaklıklarının, bazı günlerde yağışın etkisiyle birlikte, belirgin şekilde düştüğü ölçülmüştür. Bu düşüş azda olsa ayrışmanın gecikmesine neden olmuştur.

Her iki çalışma alanında pH değerlerinin ortalama 8 olduğu anlaşılmaktadır. Bu pH değerlerine uygun canlılar bu alanda yaşamaktadır. İkinci çalış-

Tablo 6: I. II Çalışma alanına ait su değerleri ortalaması.

Çalışma Alanları	Saat	Hava °C	Çözünen O ₂ (mg/L)	Çözünen O ₂ (%)	Su °C	İletkenlik (µ S/cm)	PH
I.	14:24	24,5	10,80	145,9	24,10	1505	8,27
II	16:45	24,5	8,66	113,7	22,40	1649	7,70
Ortalama		24,5	9,73	129,8	23,25	1577	7,99

ma alanında araştırmaların başlangıç tarihlerinde pH değerlerinin yüksek olması yeni batık evresinin uzamasına neden olmuş olabilir.

Çalışma yapılan yerin sucul alan olması nedeniyle su kalite değerler belirlemede etken olan veriler toplanmıştır. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'nde (Resmi Gazete: Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, EK-5 Yüzeysel Su Kütlelerinde Bazı Parametreler İçin Çevresel Kalite Standartları ve Kullanım Maksatları, Sayı:28483, Kabul Tarihi: 30.11.2012) belirtilen su kalitesi kriterlerine göre, çalışmanın yapıldığı suyun II. kalite su sınıfına sahip olduğu söylenebilir.

Çözünmüş oksijen değerlerinin genelde doygunluk değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum mevcut su ortamında yüksek alg faaliyetinin olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ayrışma

sürecinde çözülmüş oksijen miktarının olumsuz yönde etkisinin olmadığı ifade edilebilir.

Sucul alanlarda yapılan çalışmalarda, suyun özellikleri, debisi, mevsimsel ve kısa değişimler, anlık ve sürekli kirlenmeler vd. faktörlerin farklılığından dolayı biyolojik çeşitliliğin değişmesine ve adli açıdan değerlendirmelerde, kesin bir kaniya varmayı zorlaştırmaktadır. Bu konuya paralel veya benzer ileri dönemlerde, coğrafi ve su özellikleri aynı olan alanlarda araştırmalar yapılması gerekmektedir. Yapılacak araştırmalar, coğrafi ve suyun özelliklerine göre sucul alanlarda adli öneme sahip böceklerin tespitinde ve karşılaştırılması bakımından önemlidir.

Çalışma yapılan alan X enlemi ve Y boylamında, deniz seviyesinden 980 m yüksekliğinde ve açık drenaj kanalidir. Çalışma döneminde, hava sıcaklığının 24,5 oC, suyun, çözünen O₂ miktarının

**Şekil 1:** Araştırma alanını gösterir Google Earth görüntüsü.

8,66 – 10,80 mg/L, su sıcaklığının 22,40-24,10 oC aralığında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma bölgesinin bu özelliklerine göre; 4 takıma ait, 18 tür ve 1 alt tür tespit edilmiştir. Bu türlerden Chironomus sp. hemen hemen her evrede leş üzerinde görülmüştür. Çalışma yapılan alanın coğrafi konumu, suyun özellikleri ve buna bağlı olarak elde edilen verilerin yapılacak benzer çalışmalarla da irdelemesi gerekmektedir.

Ayrışma

Çalışma süresi (50 gün) boyunca leşler incelenmiştir. Fakat 37. güne kadar, ölçümler, gözlemler ve incelemeler günlük yapılmıştır. Bugünden sonra, haftalık olarak leşler fiziksel olarak gözlenmiştir. Her iki çalışma alanında, coğrafi koşulların, havanın, iklimin, suyun özelliklerinin ve leşin büyüklüğünün benzer olması, ayrışma sürelerinin yakın olmasına neden olmaktadır. Fakat her iki çalışma alanında bulunan su yüzeyinin güneşi görme alanının büyüklüğü, suyun derinliği, yaşayan türlerin farklı olması, ayrışma sürelerinin az da olsa farklı olmasına neden olmuştur.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sucul adli entomoloji alanında yapılan çalışmalar da (6-8,10,41-49) tespit edilen taksonlarla, bu çalışmada tespit edilen taksonlar karşılaştırılmıştır.

Yapılan karşılaştırmaya göre; diptera takımından tespit edilen taksonların, diğer çalışmalarda da tespit edildiği görülmüştür. Diptera türleri kozmopolit yayılışları nedeniyle benzer diğer çalışmalarda da bulunmaktadır. Bu çalışmada, tespit edilen Coleoptera, Hemiptera ve Odonata takımlarına ait türler ise, diğer çalışmalarda bulunmamaktadır. Bu grupların daha dar yayılışları nedeniyle dünyanın değişik yerlerinde yapılan çalışmalarda tür düzeyinde farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmada Coleoptera, Hemiptera ve Odonata takımlarına ait türler bu alanda ilk kez tespit edilmiştir.

Bu çalışmada tespit edilen ayrışma aşamaları ve tespit edilen taksonlar Barrios ve Wolff (2011) (10) tarafından yapılan çalışmayla karşılaştırılmıştır (Tablo 7). Bu çalışma Aksaray ilinin güneyinde deniz seviyesinden yüksekliği 980 m olan alanda yapılmıştır. Barrios ve Wolff (2011) (10) tarafından yapılan çalışma ise Kolombiya'nın kuzey batısında bulunan Colombian Andes'de yapılmıştır. Bu bölge ekvator çizgisine yakın kuzey yarımkürede kalmaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 2614 m'dir. Bu çalışmada ayrışma evrelerinin sürelerinin, Barrios ve Wolff (2011) (10)'un yaptığı çalışmadaki süreler arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. Yeni batık evresinin süresinin, karşılaştırma yapılan çalışmayla yakın olduğu anlaşılmıştır. Diğer evrelerde ise ayrışma sürelerinin farklı olduğu görülmüştür. Karşılaştırma yapılan çalışmaların ayrışma evrelerinin sürelerinin farklı olması, coğrafi koşullar,

Tablo 7: Bu çalışmanın, Barrios ve Wolff (2011) (10)'un çalışmasıyla karşılaştırılması.

Ülke	Leşin Yeri	Su İletkenlik (µ S/cm)	Su Sıcaklık (°C)	Ayrışma Evreleri (gün)						Takım	Türler
				Yeni Batık	Erken Yüzme	Yüzen Çürüme İleri Çürüme	Yüzen Kalıntılar	Batık Kalıntılar			
Kolombiya Andes	Göl	7.5-100	16-6	1-5	6-17	18-40	41-48	49-60	61-74	4	33
Kolombiya Andes	Nehir	7.5-100	11-4	1-8	9-24	25-43	44-51	52-61	62-80	8	25
Türkiye X İli	Drenaj I. Alan	1400-2000	16-28	1-5	6-8	9-12	13-29	30-42	43-50	3	16
Türkiye X İli	Drenaj II. Alan	460-2080	19-26	1-3	4-5	6-12	13-24	25-41	42-50	4	13

hava, iklim, suyun özellikleri ve leşin büyüklüğünün farklılığından kaynaklanabilir.

Bu çalışmada tespit edilen taksonlar ile Barrios ve Wolff (2011) (10)'un çalışmasında tespit edilen taksonlar arasında da fark vardır. Ancak bu farklılığın sebebi bu taksonların dünyada belirli bölgelerinde yayılış göstermesidir. Dünyanın farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarda tür düzeyinde farklılıklar gözlenebilir. Adli açıdan entomolojinin ülkemizde kullanılabilirliğini ve güvenilirliğini artırmak için, coğrafi konumu ve özellikleri farklı sucul alanlarda araştırmalar yapılarak ülkemizin adli böcek listesi oluşturulmalıdır. Böylece, ölüm zamanı tam olarak tespit edilemeyen sucul alanlardaki cesetlerin, ölüm zamanının belirlenmesinde, adli entomoloji alanından yararlanılabilir. Adli açıdan değerlendirmeler yapabilmek için örneklerin teşhisinin doğru yapılması gerekmektedir. Bu-

nun için bu konuda çalışacakların öncelikle ilgili böcek gruplarında uzmanlaşması ve tecrübe kazanması gerekmektedir.

Araştırma açık ve korumasız alanda yapıldığından, araştırma alanı güvenlik çemberine alınmalıdır. Gerekli uyarı levhalarıyla donatılmalıdır. Su seviyesinin mevsimsel vd. etkenlerde dolayı yükselebileceği düşünülerek, kafesin yerinin değişmemesi için, kafes ağır olmalıdır. Araştırma alanı, su seviyesinin yükselebileceği düşünülerek belirlenmelidir. Sucul adli entomoloji çalışmalarında suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, ayrışma süresince etkilerinin anlaşılması için periyodik ölçümler yapılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Sharma S, Rajinder S. Forensic aquatic entomology: A Review. *The Indian Police Journal* 2014;61(3):1-268.
2. Gennard DE. *Forensic Entomology—An introduction*. England: John Wiley & Sons Ltd., 2007.
3. Medina AG, Hernando OS, Rios G. The use of the developmental rate of the aquatic midge *Chironomus riparius* (Diptera, Chironomidae) in the assessment of the postsubmersion interval. *J Forensic Sci* 2015;60(3):822-6.
4. Bryd JH, Castner JL. *Forensic Entomology 2nd Edition*. Boca Raton, USA: CRP Press, 2010.
5. Payne JA, King EW. Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. *J Georgia Entomol So* 1972;7(3):153-62.
6. Vance GM, VanDyk JK, Rowley WA. A device for sampling aquatic insects associated with carrion in water. *J Forensic Sci* 1995;40(3):479-82.
7. Haskell NH, McShaffrey DG, Hawley DA, William RE, Pless JE. Use of aquatic insects in determining submersion interval. *J Forensic Sci* 1989;34(3):622-32.
8. Chin HC, Marwi MA, Jeffery J, Omar B. Insect succession on a decomposing piglet carcass placed in a man-made freshwater pond in Malaysia. *Trop Biomed* 2008;25(1): 23-9.
9. Heaton V, Lagden A, Moffatt C, Simmons T. Predicting the postmortem submersion interval for human remains recovered from U.K. waterways. *J Forensic Sci* 2010;55(2):302-7.
10. Barrios M, Wolff M. Initial study of arthropods succession and pig carrion decomposition in two freshwater ecosystems in the Colombian Andes. *Forensic Sci Int* 2011;212(1-3):164-72.
11. Tomberlin JK, Byrd JH, Wallace JR, Benbow ME. Assessment of decomposition studies indicates need for standardized and repeatable research methods in forensic entomology. *J Forensic Sci* 2012;3:1-10.
12. Humphreys MK, Panacek E, Green W, Albers E. Comparison of protocols for measuring and calculating postmortem submersion intervals for human analogs in fresh water. *J Forensic Sci* 2013;58(2):513-7.
13. Magni PA, Borrini M, Dadour IR. Human remains found in two wells: a forensic entomology perspective. *Forensic Sci Med Pathol* 2013;9(3):413-17.

14. Özdemir S, Sert O. Determination of Coleoptera fauna on carcasses in Ankara province, Turkey. *Forensic Sci Int* 2009;183(1-3):24-32.
15. Şabanoğlu B, Sert O. Determination of Calliphoridae (Diptera) fauna and seasonal distribution on carrion in Ankara province. *J Forensic Sci* 2010;55(4):1003-7.
16. 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. *J Biol Chem* 2012;40(1):99-103.
17. Karbeyaz K, Melez İE, Melez DO, Akkaya H, Özsoy S. Environmental assessment and forensic approach to the cases found death in water in Eskisehir. *Adli Tıp Dergisi* 2011;26(3):8-19.
18. Smith KGV. *A Manual Of Forensic Entomology*. Ithaca: NY Cornell University Press, 1986.
19. Dobson M. Family-level keys to freshwater fly (Diptera) larvae: A Brief review and a key to European families avoiding use of mouthpart characters. *Freshw Rev* 2013;6(1):1-32.
20. Velasquez Y, Magana C, Martinez-Sanchez A, Rojo S. Diptera of forensic importance in the Iberian Peninsula: larval identification key. *Med Vet Entomol* 2010;24(3):293-308.
21. Spornraft K. Kafer Mitteleuropas Band 7. In: Freude H, Harde KW, Lohse GA eds. *Nitidulidae*, Krefeld, Germany: Goecke Evers, 1971:20-77.
22. Witzgall K. Kafer Mitteleuropas Band 3. In: Freude H, Harde KW, Lohse GA eds. *Histeroidea*, Krefeld, Germany: Goecke Evers, 1971:156-89.
23. Besuchet S. Kafer Mitteleuropas Band 5. In: Freude H, Harde KW, Lohse GA eds. *Pselaphidae*, Krefeld, Germany: Goecke Evers, 1974:302-5.
24. Domínguez MC, Pont AC. *Fanniidae* (Insecta: Diptera), fauna of New Zealand, Landcare Research .New Zealand: New Zealand Ltd., 2014.
25. Bouchard RW. *Guide To Aquatic Macroinvertebrates Of The Upper Midwest*, Water Resources Center. St.Paul, MN, USA: University of Minnesota, 2004.
26. Epler JH. *Identification Manual For The Larval Chironomidae* (Diptera) Of North And South Carolina, Crawfordville, USA: Private Publication, 2001.
27. Szpila K. Key for identification of European and Mediterranean blowflies (Diptera, Calliphoridae) of medical and veterinary importance – adult flies. In: Gennard D eds. *Forensic Entomology, An Introduction*, 2nd Edition Chichester, West Sussex: The Atrium John Wiley & Sons Ltd, 2012:77-81.
28. Szpila K. Key for the identification of third instars of European blowflies (Diptera: Calliphoridae) of forensic importance Third instars. In: Amendt J, Campobasso CP, Grassberger M eds. *Current Concept Forensic Entomology* Dordrecht-Heidelberg-London-New York: USA Springer Press, 2010:43-56.
29. Szpila K, Hall MJR, Sukontason K, Tantawi T. Morphology and identification of the first instar larvae of European and Mediterranean blowflies of forensic importance, Part I: Chrysomyinae. *Med Vet Entomol* 2013a;27(4):181-93.
30. Szpila K, Hall MJR, Pape TA. Grzywacz. Morphology and identification of first instars of the European and Mediterranean blowflies of forensic importance, Part II. Luciliinae. *Med Vet Entomol* 2013b;27(2):349-66.
31. Szpila K, Pape T, Hall MJR, Mađra A. Morphology and identification of the first instar larvae of European and Mediterranean blowflies of forensic importance, Part III: Calliphorinae. *Med Vet Entomol* 2014;28(2):133-42.
32. James MT. *The Flies That Cause Myiasis in Man*, Washington, USA: Miscellaneous Publication of the United States Department of Agriculture, 1947.
33. Şahin Y. Mediterranean and central anatolian regions rivers Chironomidae (Diptera) larvae and their distribution, Eskişehir:Turkey Tübitak, TBAG 1987:792.
34. Nilsson AN, Holmen M. The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark, II. Dytiscidae, *Fauna Entomologica Scandinavica*, Leiden-New York-Köln:Netherlands, E.J. Brill, 1995.
35. Angus R. Notes on the Helophorus (Coleoptera, Hydrophilidae) occurring in Turkey and neighbouring territories. *Rev Suisse Zool* 1988;95(1):209-48.
36. *Kaefer der Welt - Beetles of the World*. Available at: <https://www.kaefer-der-welt.de/>. (cited:09 December 2017).
37. Cutter RM. *Identification of Calyptrate Diptera to Family*. Available at: <http://www.nku.edu/~dahlem/ForensicFlyKey/families.htm>. (cited: 12 November 2017).

38. Käfer Europas Histeridae. Available at: <http://www.coleo-net.de/coleo/texte/histeridae.htm>. [cited: 15 January 2017].
39. Coleoptera Poloniae, KFP Base-archival page. Available at: <http://coleoptera.ksib.pl/kfp.php?l=en>. [cited: 20 January 2017].
40. Witzgall K. Käfer Europas Saprinus. Available at: <http://www.coleo-net.de/coleo/texte/saprinus.htm>. [cited: 18 February 2017].
41. Wallace JR, Merritt RW, Kimbirauskas R, Benbow ME, McIntosh M. Caddisflies assist with homicide case: determining a postmortem submersion interval using aquatic insects. *J Forensic Sci* 2008;53(1):219-21.
42. Tomberlin JK, Adler PH. Seasonal colonization and decomposition of rat carrion in water and on land in an open field in South Carolina. *J Med Entomol* 1998;35(5):704-9.
43. Keiper JB, Chapman EG, Foote BA. Midge larvae (Diptera: Chironomidae) as indicators of postmortem submersion interval of carcasses in a woodland stream: a preliminary report. *Forensic Science* 1997;42(6):1074-9.
44. Keiper JB, Casamatta DA. Benthic organisms as forensic indicators. *J N Am Benthol Soc* 2001;20(2):311-24.
45. MacDonell NR, Anderson GS. Aquatic forensics: determination of time since submergence using aquatic invertebrates, Technical Report, TR-01-97, Canadian Police Research Centre, Ottawa, Ontario, Canada, 1997.
46. Hobischak NR, Anderson GS. Time of submergence using aquatic invertebrate succession and decompositional changes. *J Forensic Sci* 2002;47(1):142-51.
47. Kulshrestha P, Satpathy DK. Use of beetles in forensic entomology. *Forensic Sci Int* 2001;120(1-2):15-7.
48. Dadour IR, Cook DF, Fissioli JN, Bailey WJ. Forensic entomology: application, education and research in Western Australia. *Forensic Sci Int* 2001;120(1-2):48-52.
49. Arimoro FO. Colonization and invertebrate succession on mammalian carcasses in Ethiopie River, Niger Delta, Nigeria. *Arch Appl Sci Res* 2013;1(1):7-21.