



## Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

### Balcalı (Adana)'da Farklı Ekosistemlerdeki Epigeal Hexapoda Türlerinin Biyolojik Çeşitlik Parametrelerinin Karşılaştırılması

Gülbarış OĞUZ<sup>1</sup>, Gökhan AYDIN<sup>2\*</sup>, Mehmet Rifat ULUSOY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Adana -Türkiye

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Isparta -Türkiye

\*Sorumlu yazar: gokhanaydin@isparta.edu.tr

#### MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 19/08/2021

Kabul tarihi: 27/09/2021

**Anahtar Kelimeler:** *Hexapoda*, *Biyolojik çeşitlilik*, *Çukur tuzak*, *Adana*

#### ÖZET

Bu çalışma farklı ekosistemlerde yaşamını toprak yüzeyinde sürdüren Hexapoda türlerinin biyolojik çeşitlilik parametrelerini karşılaştırmak amacıyla Ekim 2017-Eylül 2018 yıllarında Adana ili Çukurova Üniversitesi Balcalı Kampüsü'nde farklı ekosistemlerde yapılmıştır. Arazi çalışmaları tarım faaliyetlerinin devam ettiği beş agro-ekosistem (Sebze, Turunçgil, Zeytin, Nar, Bağ), tarım faaliyetlerinin günümüzde yapılmadığı iki mera ve *Pinus brutia* ile ağaçlandırılmış alan olmak üzere toplamda 8 farklı habitatta çukur tuzak örnekleme yöntemi kullanılarak yürütülmüştür.

Shannon-Wiener ( $H'$ ) ve Simpson Çeşitlilik (D) indeks sonuçlarına göre en çeşitli habitatın 2.011 ve 0.8244 değerleri ile Mr1 olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu çeşitlik indeks değerleri en düşük hesaplanan habitat ise sıraya göre; 0.7675 ve 0.3285 ile NA örnek alanı olmuştur. Simpson değerleri, biyolojik çeşitlilik parametre sonuçlarına bağlı olarak en yüksek 0.6715 değeri ile NA habitatında, en düşük 0.1756 değeri ile Mr1 habitatında hesaplanmıştır. Shannon ve Simpson Evenness türler arası popülasyon yoğunluk değerleri 0.9629 ve 0.8909 ile AAl habitatında tespit edilmiştir. Sörensen Benzerlik indeksine göre agro-ekosistemler birbiri ile benzer bulunmuştur. Buna göre; Turunçgil ve Zeytin agro-ekosistemleri 0.636; Turunçgil ve Bağ ekosistemi arasında 0.632 benzerlik değeri tespit edilmiştir.

Çalışma, tarım ile yıpranmış ekosistemlerin doğal haline bırakıldıktan uzun yıllar sonra doğal dengenin tekrar yenilenerek böcek biyolojik çeşitliliğine olumlu etkisini ortaya koymuştur.

### Comparison of the Biological Diversity Parameters of Hexapoda Species Living on the Soil Surface in Different Ecosystems in Balcalı (Adana)

#### ARTICLE INFO

Received: 19/08/2021

Accepted: 27/09/2021

**Keywords:** *Hexapoda*, *Biological diversity*, *Pitfall trap*, *Adana*

#### ABSTRACT

This study was carried out in different ecosystems in Adana province Çukurova University Balcalı Campus between October 2017 and September 2018 to compare the biodiversity parameters of Hexapoda species that live on the soil surface in different ecosystems. Field studies were carried out by using the pitfall trap sampling method in a total of 8 different habitats: five agroecosystems (Vegetable, Citrus, Olive, Pomegranate, Vineyard) where agricultural activities are continuing, two pasturelands where agricultural activities are not carried out today and afforestation Area with *Pinus brutia*.

According to Shannon-Wiener ( $H'$ ) and Simpson Diversity (D) index results, the most diverse habitat was found to be Mr1 with values of 2.011 and 0.8244. The habitat with the lowest calculated diversity index values was the NA sample area, respectively, with 0.7675 and 0.3285. The Simpson values were calculated in the NA habitat with the highest value of 0.6715 depending on the biodiversity parameter results and in the Mr1 habitat with the lowest value of 0.1756. Shannon and Simpson Evenness interspecies population density values were determined in the AAl habitat with 0.9629 and 0.8909. According to Sörensen Similarity index, agroecosystems were found similar to each other. According to this; among citrus and olive agroecosystems, 0.636; among Citrus and Vineyard ecosystems, 0.632; similarity values were determined. The study showed that the natural areas were effective in regaining insect diversity.

#### 1. Giriş

Biyolojik çeşitlilik, belirli bir bölgede yaşayan tüm türleri tanımlamak için kullanılabilir. Bu alanı en büyük ölçekte tanımlayacak olursak, biyolojik çeşitlilik "Dünyadaki Yaşam" olarak özetlenebilir. Biyolojik çeşitlilik "genlerden ekosistemlere kadar tüm seviyelerde yeryüzündeki yaşam çeşitliliği ve onu sürdüren ekolojik ve evrimsel süreçler" olarak tanımlanırken, birbirinden farklı çevresel ortam ve türleri ilgilendiren oldukça geniş kapsamlı bir tanım ortaya çıkmaktadır (Wilson, 1997; Allaby, 1998; Kocataş, 1999; Wilson, 1999; Çepel, 2003).

Yeryüzünde diğer canlı türleri ile paylaştığımız alanlar arasındaki sınırların neredeyse ortadan kalkması neticesinde birbirinden farklı yaşam alanlarının iç içe geçmesi, insanların canlı ve cansız faktörler ile etkileşiminin artmasının sonucu olarak doğal ekosistemler zarar görmekte ve doğallıklarını kaybetmektedirler (Allaby, 1998; Aydın vd., 2005). Doğal ekosistemlerde insan elinin etkisiyle zarar gören ve doğallığını yitiren habitatlarda; çok yönlü ve karmaşık ilişkiler ve etkiler ağına sahip olan ekosistemlerin hassas dengesinin bozulması veya tamamen ortadan kalkması söz konusu

olmaktadır (Allaby, 1998; Çepel, 2003; Demir & Aydın, 2020).

Habitatlardaki biyolojik çeşitliliğin korunması ve bu amaçla yapılacak çalışmalarda çeşitlilik değerlerinin hesaplanması, besin zincirinin işleyişi ve habitatın dışarıdan gelecek etkilere gösterdiği dayanıklılığı anlamak adına biyolojik çeşitlilik tanımları genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği, popülasyon çeşitliliği ve ekolojik olaylar ve işlevler çeşitliliği olarak incelenebilir.

Tür çeşitliliği küresel biyolojik çeşitliliği koruma çalışmalarında en çok yer verilen ölçme birimidir ve belirli bir alandaki farklı türlerin sayısını ifade eden çeşitliliktir. Bir ekosistemde yaşayan farklı türlerin dengeli dağılımları o ekosistemin dışarıdan gelebilecek olumsuz ekolojik faktörlere karşı toleransını arttıran bir özelliktir. Tür çeşitliliği üç farklı yöntem ile hesaplanır:

-*Alfa Çeşitliliği*: Alan içi çeşitliliği ifade eden en küçük ölçekte elde edilen bir değerdir ve örnek alanı temsil etmektedir. Türler bir habitat içerisinde değerlendirilir.

-*Beta Çeşitliliği*: Toplumların kendine özel bireylerinden elde edilen bir değerdir. Popülasyonlar birden fazla habitatta değerlendirilir.

-*Gama Çeşitliliği*: Bir bölgedeki farklı ekosistemler için genel çeşitliliğin bir ölçüsüdür.

İnsan aktivitelerinin, dünyadaki toplam türlerin %70'ini oluşturan ve karasal ve sucul ekosistemlerin baskın grubu olan böcekler ve doğa üzerine olumsuz etkileri yapılan çalışmalarla açıkça ortaya konmuştur (Wilson, 1999; Petit vd, 2001; Frutiger & Buergisser, 2002; Sánchez, 2004, Aydın, 2006). Çeşitliliğin korunması, çeşitliliğin kaynağı olan doğayı incelemek ile sağlanabilir. Bu konuda böceklerin ekolojik faktörlere karşı olan duyarlılıklarından faydalanarak onları biyolojik gösterge olarak tanımlayıcı çalışmalar yapılabilir (Cranston, 2000; Raposa vd. 2003; Aydın, 2017). Bu sayede böceklerin gözlemlenmesi ile biyolojik gösterge olduğu tespit edilen böceklerin tür zenginliği ve tür sayısındaki artış ve azalışlara göre habitatların sürdürülebilirliği sağlanabilmektedir (Aydın, 2006; Aydın, 2011; Aydın, 2018; Aydın & Kazak, 2007; 2010).

Çalışmada böceklerin tür zenginliği ve popülasyon yoğunluklarını alan sürdürülebilirliğinde kullanma amacı ile Balcalı Kampüsü'nde insan aktivitesine maruz kalmış Sebze, Turunçgil, Zeytin, Nar ve Bağ agro-ekosistemleri ile insan aktivitesinin olmadığı ikisi mera ve biri *Pinus brutia* ile ağaçlandırılmış alan olmak üzere toplamda 8 habitat seçilmiştir. İnsan aktivitesinin olduğu ve olmadığı bu alanlarda yaşamlarını toprak üzerinde sürdüren Hexapoda türlerinin biyolojik çeşitlilik parametrelerinin hesaplanarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, Ekim 2017 ve Eylül 2018 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi, Balcalı Yerleşkesinde farklı habitatlarda yürütülmüştür.

## 2.1. Arazi Çalışmaları

Çalışmanın yürütüldüğü Çukurova Üniversitesi, Balcalı yerleşkesi (Sarıçam/Adana) 22 bin dekar araziye sahip olup bu alanın yaklaşık 8 bin dekarı 50 yılı aşkın bir süredir yapay doğal ekosisteme ayrılmıştır. Diğer 14 bin dekarlık alanın 6 bin dekarı tarım arazisi, geri kalan 8 bin dekar ise yıldan yıla bina ve yollara tahsis edilmiştir.

Balcalı (Adana)'da farklı ekosistemlerde yaşamını toprak yüzeyinde sürdüren Hexapoda türlerinin biyo-çeşitliliğini karşılaştırmak amacıyla, Çukurova Üniversitesi Balcalı Kampüsü (Adana)'nda farklı lokasyonlarda bulunan ve tarım faaliyetlerinin yürütüldüğü beş agro-ekosistem (Sebze, Turunçgil, Zeytin, Nar, Bağ), tarım faaliyetlerinin günümüzde yapılmadığı iki meralık alan ve *Pinus brutia* ile ağaçlandırılmış Alan olmak üzere toplamda 8 farklı habitat çalışma alanı olarak seçilmiştir. Seçilen habitatlar ve koordinatlar Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Çalışma alanı olarak seçilen habitatlar ve koordinatları

Table 1. Habitats selected as study area and their coordinates

Habitat	Koordinat
Sebze (Seb)	37°02'46"N 35°21'37"E
Turunçgil (Trn)	37°01'47"N 35°21'38"E
Zeytin (Zyt)	37°01'48"N 35°21'39"E
Nar (Nar)	37°01'48"N 35°21'42"E
Bağ (Bağ)	37°01'45"N 35°21'50"E
Mera 1 (Mr1)	37°01'45"N 35°21'51"E
Mera 2 (Mr2)	37°02'38"N 35°21'53"E
Ağaçlandırılmış Alan (Aal)	37°02'45"N 35°21'11"E

Arazi çalışmaları; 8 habitatta, toprak üzerinde yaşamlarını sürdüren Hexapoda sınıfına bağlı türlerin biyolojik çeşitliliklerinin hesaplanması çukur tuzak örnekleme yöntemi (New, 1998) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, belirtilen her bir örnek alanı içerisine 10'ar adet, 20x15 cm ebatlarındaki plastik kaplardan (Şekil 1) olmak üzere toplam da 80 adet tuzak araziye yerleştirilmiştir. Çukur tuzaklar aralarında yaklaşık 2 metre olacak şekilde; örnek alanın merkezinden başlayarak kuzey, doğu, güney ve batı yönlerinde 5 adet yerleştirildikten sonra kuzey-doğu, güney-doğu, kuzey-batı ve güney-batı yönlerinde 4 adet ve son olarak yine kuzey yönünde 1 adet olmak üzere yerleştirilmiştir. 06.10.2017 tarihinde başlanan örnek toplama çalışmaları 25.09.2018 tarihine kadar devam etmiştir. Örneklerin toplanması için iki haftalık periyotlarla arazi çıkışı planlanmış, örnek toplamaya elverişli olmayan (iklimsel nedenler) tarihlerde arazi çıkışı bir sonraki haftadan başlamak üzere yeniden düzenlenmiş ve çalışma 24 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

İki haftalık periyotlar halinde yürütülen arazi çalışmalarında; yerleştirilen çukur tuzakların içerisine düşen Hexapoda türleri öldürme şişesi yardımı ile öldürülerek her habitat için ayrı ayrı hazırlanan cam kavanozlara alınmış ve iğneleme, etiketleme, sayım işlemleri ve teşhisleri yapılmak üzere Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü "Entomoloji Laboratuvarı"na getirilerek familya ve tür bazında ayrımları yapılmıştır. Laboratuvarında böcekler teşhis işlemlerinin

kolaylaştırılması amacıyla numaralandırılmış ve koleksiyonları yapılmıştır. Toplanan böceklerin sayım ve teşhis işlemlerinin kolaylaştırılması amacıyla Aydın (2006) protokolü takip edilmiş ve takson isimleri yerine böcek türlerine numaralar verilmiştir. Bu şekilde hazırlanan model böcek çekmecelerinde, bulunmayan her böcek türüne birden başlayarak sırası ile numaralandırma yapılmış ve aynı türden yaklaşık 10'ar adet olanlar çekmecede verilen numara ile etiketlenerek içlenmiştir. Yeterli sayıda toplanan böcekler ise petri kaplarına kurutma kâğıdı kullanılarak ve sıra numarası model çekmecesi ile aynı olacak şekilde üzerine yazılarak teşhis işlemleri yapılmak üzere saklanmışlardır. Koleksiyonları yapılan örneklerin etiket bilgileri ayrıca bilgisayar ortamında dosyalar olarak saklanmıştır.



Şekil 1. Araziye çukur tuzakların yerleştirilmesi.  
Figure 1. Placement of pitfall traps in the field

## 2.2. Biyolojik Çeşitlilik Hesaplamaları ( $\alpha$ )

Habitatların biyolojik çeşitlilik temel parametreleri EvenDiv 1.1 programı kullanılarak elde edilmiş (Heimann, 2004), kullanılan parametreler ve hesaplanma şekilleri aşağıda verilmiştir.

### 2.2.1. Tür çeşitliliği hesaplamaları

Tür çeşitliliğinin belirlenmesinde Shannon-Wiener ve Simpson çeşitlilik indeksleri kullanılmıştır.

#### Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi;

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

$p_i$ :  $i$ 'nci türün birey sayısının toplam birey sayısına oranı

$\ln$ : Doğal logaritma tabanını vermektedir (Magurran, 1988; Magurran, 2004).

#### Simpson çeşitlilik indeksi;

$$S = 1 - \sum n_i(n_i - 1)/N(N - 1) \quad (2)$$

$i$ : tür sayısı

$n_i$ : bir türe ait birey sayısı

$N$ : Bir bölgedeki türlerin birey sayılarının toplamını göstermektedir (Magurran, 1988, Magurran, 2004).

### 2.2.2. Dominantlık hesaplamaları

Dominantlığın belirlenmesinde Simpson dominantlık indeksi kullanılmıştır.

- Simpson dominantlık ( $S_d$ )

$$S_d = \sum n_i(n_i - 1)/N(N - 1) \quad (3)$$

$i$ : Tür sayısı

$n_i$ : Bir türe ait birey sayısı

$N$ : Bir bölgedeki türlerin birey sayılarının toplamını göstermektedir (Magurran, 1988, Magurran, 2004).

### 2.2.2. Populasyon yoğunluk ilişkisi hesaplamaları

Türlerin populasyon yoğunluk ilişkilerinin belirlenmesinde Shannon Evenness ve Simpson indeksleri kullanılmıştır.

- Shannon Evenness ( $E_sH$ )

$$E_sH = H' / \ln(N) \quad (4)$$

$H'$ : Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi

$\ln$ : Doğal logaritmik

$N$ : Bir bölgedeki türlerin birey sayılarının toplamını göstermektedir. (Magurran, 1988, Magurran, 2004)

-Simpson Evenness ( $E_{sm}$ )

$$E_{sm} = (1/D) / S \quad (5)$$

$1/D$ : Simpson çeşitlilik indeksi

$S$ : Toplam tür sayısını göstermektedir (Magurran, 1988, Magurran, 2004).

### 2.2.3. Benzerlik indeksleri

Benzerlik ilişkilerinin belirlenmesinde Sörensen ve yüzde benzerlik indeksleri kullanılmıştır.

Sörensen benzerlik ( $B_s$ )

$$B_s = 2C / A + B \quad (6)$$

$A$ : A habitatındaki tür sayısı

$B$ : B habitatındaki tür sayısı

$C$ : A ve B habitatlarından elde edilen ortak tür sayısını ifade etmektedir (Southwood, 1971; Magurran, 1988; Krebs, 1999; Magurran, 2004).

Yüzde benzerlik ( $S$ )

$$S = \sum \min(a, b, \dots, x) \quad (7)$$

$\sum \min$ : Habitat içerisinde yüzde oranları hesaplanan en küçük değerlerin, benzerliği hesaplanan diğer habitatdaki en küçük değerlerle toplamını ifade etmektedir (Krebs, 1999).

Seçilen habitatların sınıflandırılmasında Multi Variate Statistical Package (MVSP) 3.11c programı kullanılmıştır (Kovach, 1999). Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde

ise sınıflandırma metodu olarak aritmetik grup ortalamaları (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean - UPGMA) seçilmiştir. Benzerlik ya da farklılıklar arası mesafe Sörensen katsayısı ile gösterilmiştir. Sörensen benzerlik değerinin yorumlanmasında kolaylık sağlayacağı düşünüülerek, habitatların yüzde benzerlik değerleri de aritmetik grup ortalamaları seçilerek hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

8 farklı habitatta çukur tuzak örnekleme yöntemi yapılan çalışmada 4 takıma ait, 16 familya altında 556 bireyden oluşan toplam 35 böcek türü örneklenmiştir (Çizelge 2).

Örneklenen böceklerin familya düzeyinde teşhisleri Borror vd., (1981)'na göre yapılırken 12 böcek "morpho-species" düzeyinde, 23 böcek ise tür düzeyinde teşhisleri yapılmıştır (Lodge & Cantrell, 1995; Ryder vd., 2005; Borgelt & New, 2006; Dudgeon, 2006; Yanoviak vd., 2007; Grimbacher & Stork, 2007; Deichmann vd., 2021). (Ek 1).

Çalışmada yakalanan böcek türlerinin %58.81'i Carabidae (13 tür), %22.61'i Tenebrionidae (5 tür), %10.25'i Scarabaedidae (4 tür) familyasına ait bireyler oluşturmaktadır. Diğer türlerin yüzde değeri ise 8.27 olmuştur (13 tür).

Çalışmada 556 adet böcek ve 35 farklı tür tespit edilmiş olup; Mr2 15 tür sayısı ile en çok tür sayısına sahip alan olarak bulunurken diğer alanlar sırasıyla; 13 tür sayısı ile ZA, 12 tür sayısı ile Mr1, 10 tür sayısı ile BA, 9 tür sayısı ile TA, 7 tür sayısı ile SA, 6 tür sayısı ile NA ve 5 tür sayısı ile en düşük tür zenginliği AAl tespit edilmiştir. AAl aynı zamanda en az birey sayısına (7 adet) sahip örnek alan olarak bulunmuştur (Çizelge 2)

Aslan vd. (2008) meşe, otsu bitkiler ve dere yatağı habitatlarında Carabidae ve Tenebrionidae türlerinin

çeşitlilik parametrelerinin karşılaştırılması çalışmalarında en fazla tür sayısının otsu bitki habitatında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumu otsu bitki habitatının diğer iki habitata göre birçok böcek grubunun tercih ettiği mikrohabitatlara ve uygun besin kaynaklarına sahip olması şeklinde açıklamışlardır. Aslan vd. (2008)'nın, meşe, otsu bitkiler ve dere yatağı habitatlarında Carabidae ve Tenebrionidae türleri ile biyolojik çeşitliliğini karşılaştırdıkları çalışmalarında en yüksek tür çeşitliliğini otsu bitki habitatında tespit etmeleri çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçla örtüşmektedir. Her iki çalışma; çeşitliliği etkileyen faktörün otsu bitkilerin böcekler için besin kaynağı ve tercih edilen mikro habitatlar barındırmasının sonucu olduğunu desteklemektedir. Aydın & Karaca'nın (2009) Çukurova Üniversitesi yerleşkesi içerisinde yer alan iki doğal (vadi ve orman) ve ikisi agro-ekosistem (buğday ve yonca tarlası) olarak seçilen habitatlarda yaşayan böceklerin çeşitlilik parametrelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında ise; *Pinus* sp. ormanlık alanının en az tür ve birey sayısına sahip alan olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da *Pinus brutia* ile Ağaçlandırılmış Alan olarak seçilen habitatın tür zenginliği ve yakalanan birey sayılarının diğer tüm habitatlara oranla en düşük olduğu saptanmıştır.

Balcalı (Adana)'da farklı habitatlardan elde edilen veriler ile hesaplanan Shannon-Wiener ( $H'$ ) ve Simpson Çeşitlilik (S) indeksi sonuçlarına göre en çeşitli habitatların 2.011 ve 0.8244 değerleri ile Mr 1 olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu çeşitlilik indeksi değerleri en düşük hesaplanan habitat ise sıraya göre; 0.7675 ve 0.3285 ile Nar örnek alanı olmuştur. Çeşitlilik ile zıt ilişki içerisinde olan Simpson dominantlık değerleri, biyolojik çeşitlilik parametre sonuçlarına bağlı olarak en yüksek 0.6715 değeri ile Nar habitatında, en düşük 0.1756 değeri ile Mr 1 habitatında hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çukur tuzak örnekleme yöntemi ile tespit edilen böceklerin biyolojik çeşitlilik değerleri

Table 2. The biological diversity values of insects determined by pitfall trap sampling method

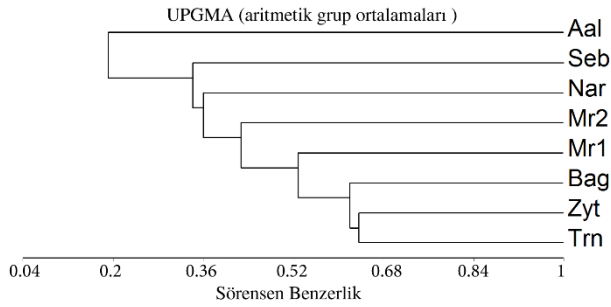
Parameter	Trn	Zyt	Nar	Seb	Bağ	Mr1	Mr2	Aal
No. of Species	9	13	6	7	10	12	15	5
No. of Individuals	85	159	54	32	64	60	95	7
Diversity indices								
Shannon-Wiener[H]	1.779	1.7755	0.7675	1.5458	1.5064	<b>2.011</b>	1.6413	1.5498
Simpson Index[D]	0.1967	0.2517	<b>0.6715</b>	0.2695	0.353	0.1756	0.3534	0.2245
Simpson Diversity[1-D]	0.8033	0.7483	0.3285	0.7305	0.647	<b>0.8244</b>	0.6466	0.7755
Evenness indices								
Shannon-Evenness[Eh]	0.8097	0.6922	0.4283	0.7944	0.6542	0.8093	0.6061	<b>0.9629</b>
Simpson-Evenness [E1/D]	0.5649	0.3056	0.2482	0.5301	0.2833	0.4746	0.1886	<b>0.8909</b>

Benton vd. (2002) yaptıkları böcek çeşitliliği araştırmasında tarım uygulamalarının yoğun olduğu alanlarda arthropoda ve buna bağlı olarak kuş popülasyonu ile çeşitliliğinin azaldığını bildirmişlerdir. Aslan vd. (2008) Shannon ve Simpson indekslerini kullanarak meşe, otsu bitkiler ve dere yatağı habitatlarında Carabidae ve Tenebrionidae türleri ile biyolojik çeşitliliğini tespit etmişler ve her iki indeks sonucuna göre otsu bitki habitatı Simpson indeksi 0.811, Shannon değeri de 1.862 ile en

yüksek değer olarak bulunmuştur. Reddy ve Giraddi (2019); böcek çeşitliliğini değerlendirdikleri organik tarım alanlarında Simpson çeşitlilik indeksini 0.444 Shannon Wiener indeksini 0.422, geleneksel tarım alanlarında ise sırasıyla 0.335 ve 0.627 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalarının sonucunda arazi kullanım şekli, sulama ve kimyasal girdilerin gelişigüzel kullanımının böcek topluluklarının çeşitliliğinin ve yoğunluğunun azalmasına neden olduğunu belirtmişlerdir.

Hesaplanan Shannon ve Simpson Evenness türler arası populasyon yoğunluk değerleri 0.9629 ve 0.8909 ile Aal habitatı tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Seçilen habitatlardan çukur tuzak örnekleme yöntemi ile elde edilen böceklerin tür farklılıklarına göre hesaplanan Sörensen Benzerlik indeksine göre agro-ekosistemler birbiri ile benzer bulunmuştur. Buna göre; Trn ve Zyt agro-ekosistemleri 0.636; Trn ve Bağ ekosistemi 0.632 indeks değerleri tespit edilmiştir. Demirezer & Kornoşor'un (2006) Lepidoptera türlerinin iki agro-ekosistem ve üç doğal ekosistemde çeşitlilik parametrelerini karşılaştırmıştır. Çalışmada iki agro- ekosistemin kendi aralarında gruplaşarak %77.55 oranında yüksek bir benzerlik gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Aydın'ın (2011) tarım alanları, doğal ve yarı doğal habitatlarda böcek biyoçeşitlilik parametrelerini karşılaştırdığı çalışmasında elma ve kiraz bahçelerini en benzer (%58.7) agro-ekosistemler olarak tespit etmiştir. Aynı indekse göre Mr 2 ve Aal birbirleri ile 0.1 değeri ile en farklı habitatlar olduğu görülmüştür (Şekil 2)



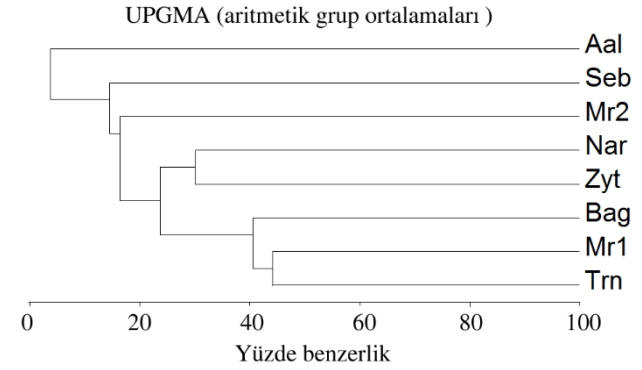
Şekil 2. Çalışılan habitatların çukur tuzak örnekleme yöntemi ile tespit edilen böcek türlerine göre hesaplanan sınıflandırma analizi (Sörensen)

Figure 2. Cluster analysis of the studied habitats calculated according to insect species sampled by pitfall traps sampling method (Sörensen)

Yüzde benzerlik hesaplamasında ise Mr 1 ile Trn agro-ekosisteminin %44.138 oranında benzer habitatlar olduğu belirlenmiştir. Bağ ise Mr1 ile Trn agro-ekosisteminin oluşturduğu gruba %40 oranında benzemektedir. Nar ve Zyt agro-ekosistemleri grubu kendi aralarında %30.47 oranında benzerlik gösterirken Bağ-Mr1-Trn grubuna yaklaşık %35'lik benzerlik oranı göstermiştir. Aal ise diğer tüm habitatlar ile en az benzerlik gösteren örnek alan olduğu belirlenmiştir (Şekil 3)

Ekolojik bozulmanın endişe verici seviyelere yol açtığı ve daha az arazi kullanımının bölgesel tür çeşitliliğini zenginleştirdiği Duelli (1997) tarafından yapılan çalışma ile gösterilmiştir. Tarımsal alanlarda sıklıkla tercih edilen pestisit uygulamasının olumsuz sonuçları Aydın & Karaca (2018)'nin toprak yüzeyinde yaşamını sürdüren Carabidae (Coleoptera) familyasına ait türlerin biyolojik çeşitliliğini; pestisit kullanılmadan organik tarım yapılan bahçelerde, pestisit kullanılarak geleneksel yöntemlerin uygulandığı bahçelerden daha yüksek tespit etmişlerdir. Benzer bir çalışma Dinç vd. (2015) tarafından yapılmış, organik ve konvansiyonel yağ gülü yetiştirilen alanların böcek biyolojik çeşitlilik parametreleri karşılaştırılmıştır. Buna göre organik yağ gülü yetiştirilen alanlardaki böcek

biyolojik çeşitliliğinin klasik yöntemle yetiştirilen agro-ekosisteme karşı daha zengin olduğu saptanmıştır. Tarım alanlarının geleneksel yöntemler yerine organik tarım uygulamasının biyolojik çeşitliliğe olumlu etkisi bu bağlamda görmezden gelinemeyecek düzeydedir.



Şekil 3. Çalışılan habitatların çukur tuzak örnekleme yöntemi ile tespit edilen böcek türlerine göre hesaplanan sınıflandırma analizi (Yüzde benzerlik)

Figure 3. Cluster analysis of the studied habitats calculated according to insect species sampled by pitfall traps sampling method (Percent similarity)

#### 4. Sonuç

Tuck vd. (2014)'nin arazi kullanım yoğunluğu ve organik tarımın biyoçeşitlilikte tür zenginliği açısından hiyerarşik bir meta analizini yaptıkları çalışmalarında; organik tarım uygulamasının tür zenginliğini ortalama olarak %30 arttırdığını tespit etmişlerdir. Veličković vd. (2016) organik tarım ile biyolojik çeşitlilik ilişkisini inceledikleri çalışmalarında buna ilaveten; mevcut biyoçeşitliliğin korunması, zenginleşmesi ve nadir türlerin korunması için çok sayıda yasal düzenleme yapılması gerektiği ve organik tarımın sadece yerel değil küresel olarak biyolojik çeşitliliği koruduğunu belirtmişlerdir. Tarımsal alanlardaki tür zenginliğinin artırılmasında doğal ve yarı doğal alanların korunmasının da önemli olduğu Duelli & Obrist (2003)'in İsviçre'de yaptıkları çalışma ile gösterilmiş olsa da çalışmanın sonucunda "Doğa Dostu Tarım" programlarının biyolojik çeşitliliğin kaynaklarının korunması açısından daha şanslı bir uygulama olacağını bildirmişlerdir.

Çalışmada otsu bitkilerin hakim olduğu farklı lokasyonlarda yer alan meralık alanda (Mr1 ve Mr2) tür sayısı bakımından diğer habitatların birçoğundan daha zengin bir değer tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra tarım agro-ekosistemlerinde (Trn, Zyt, Nar, Seb, Bağ) ölçülen biyolojik çeşitlilik parametre değerleri tarım yapılmayan ve insan aktivitesinin olmadığı Mr1 habitatına göre oldukça düşük hesaplanmıştır. Çeşitliliğe ters orantılı dominantlık değerleri en yüksek yine tarım ekosistemlerinde saptanmıştır. Mr1'in hem çeşitlilik yönünden diğer habitatlara oranla yüksek bir değere sahip olması hem de dominantlık değerinin diğer tüm habitatlara göre en düşük olmasının nedeninin habitatın uzun yıllar önce doğal haline bırakılması ve üzerinde insan kaynaklı hiçbir işlem yapılmaması olduğu düşünülmektedir. Mr1'e çok benzeyen ancak insan aktivitesinin olduğu Mr2

habitatında ise sebze agro-ekosistemlerine yakın değerlerde bir sonuç ortaya çıkmış ve çeşitlilik değeri Mr1'e göre oldukça düşük hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmanın sonucunda belli bir dönem tarımsal üretim için kullanılmış, ancak uzun yıllardır kendi haline bırakılmış alanların yeterli süre sonrasında böcek çeşitliliğini olumlu yönde etkileyebileceği ve zaman içerisinde doğal bir yapı kazanabileceği kanısına varılmıştır.

## 5. Teşekkür

624324 no'lu proje ile çalışmayı maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## 6. Kaynaklar

Allaby, M. (1998). *Dictionary of Ecology*. Oxford University Press, England.

Aslan, B., Aslan, E. G., Karaca, I., & Kaya, M. (2008). Kasnak meşesi tabiatı koruma alanında (Isparta) farklı habitatlarda çukur tuzak yöntemi ile yakalanan Carabidae ve Tenebrionidae (coleoptera) türleri ile biyolojik çeşitlilik parametrelerinin karşılaştırması. *Süleyman Demirel University Journal of Science*, 3(2), 122-132.

Aydın, G. (2006). *Çukurova Deltası'nda Böceklerin Sürdürülebilir Alan Kullanımında Biyolojik Gösterge Olarak Değerlendirilme Olanakları*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi.

Aydın, G. (2011). Biyolojik Çeşitlilikte Bitki-Böcek Etkileşimi: Tarım Alanları, Doğal ve Yarı Doğal Habitatlar. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(3), 178-185

Aydın, G. (2017) Farklı Ekosistemlerde Böcek Biyolojik Çeşitlilik Parametrelerinin Karşılaştırılması. *4.Ulusal Meslek Yüksekokulları Sosyal ve Teknik Bilimler Kongresi*, 662-671

Aydın, G. (2018). Determination of Indicator Species in Coastal Successions in Tentsmuir National Nature Reserves (NNR), Scotland. *Fresenius Environmental Bulletin*. 27(7), 5037-5044. -

Aydın, G., & Karaca, İ. (2009). Balcılı-Adana'da Farklı Habitatlarda Çukur Tuzak Örnekleme Yöntemi Kullanılarak Hesaplanan Biyolojik çeşitlilik Parametrelerinin Karşılaştırılması. *5.Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu*, 163-177.

Aydın, G., & Karaca, İ. (2018). The Effects of Pesticide Application on Biological Diversity of Ground Beetle (Coleoptera: Carabidae). *Fresenius Environmental Bulletin*. 27(12A), 9112-9118 -

Aydın, G., & Kazak, C. (2007). Çukurova Deltası (Adana) biyotoplarında böceklerin farklı insan aktivitelerine biyolojik gösterge olarak kullanıma olanakları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*. 31(2), 111-128.

Aydın, G., & Kazak, C. (2010). Selecting Indicator Species Habitat Description and Sustainable Land Utilization: A Case Study in a Mediterranean Delta. *International Journal of Agriculture & Biology* 12(6), 931-934.

Aydın, G., Sekeroğlu E., & Arndt, E. (2005). Tiger Beetles as Bioindicators of Habitat Degradation in the Çukurova Delta, Southern Turkey (Coleoptera: Cicindelidae). *Zoology in the Middle East* 36(3), 51-58.

Benton, T. G., Bryant, D. M., Cole, L., & Crick, H. Q. (2002). Linking agricultural practice to insect and bird populations: a historical study over three decades. *Journal of Applied Ecology*, 39(4), 673-687.

Borgelt, A., & New, T. R. (2006). Pitfall trapping for ants (Hymenoptera, Formicidae) in mesic Australia: what is the best trapping period? *Journal of Insect Conservation*, 10(1), 75-77.

Borror, D. J., DeLong, M. D., & Triplehorn, C. A. (1981). *An Introduction to the Study of Insects*. Saunders College Publishing, Philadelphia, 827.

Cranston, P. S. (2000). Monsoonal tropical Tanytarsus van der Wulp (Diptera: Chironomidae) reviewed: New species, life histories and significance as aquatic environmental indicators. *Australian Journal of Entomology*, 39(3), 138-159.

Çepel, N. (2003). *Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri*. Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Aydoğdu Matbaası, Ankara, 183 pp.

Deichmann, J.L., Gatty, C.A., Navarro, J.M.A., Alanso, A., Linores-Palmino, R., & Longcore, T. (2021). Reducing the blue spectrum of artificial light at night minimises insect attraction in a tropical lowland forest. *Insect Conservation and Diversity*, 14(2), 247-259. <https://doi.org/10.1111/icad.12479>

Demir, Ü., & Aydın, G. (2020). Antalya Kuşunlu Şelalesi Tabiat Parkında insan aktivitesinin böcek biyolojik çeşitliliğine etkisinin araştırılması. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4), 349-354. <https://doi.org/10.18182/tjf.672974>

Demirezer, P., & Koroşor, S. (2006). Balcılı (Adana)'da Farklı Habitatlardaki Gece Aktif Lepidoptera Türleri ve Biyolojik Çeşitliliği Üzerinde Araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Diñç Ortaç, Ö., Yaşar, B., & Aydın, G. (2015). Organik ve Konvansiyonel Yağ Güllü Rosa damascena Miller (Rosales: Rosaceae) Yetiştirilen Alanlarda Böcek Biyolojik Çeşitlilik Değerlerinin Karşılaştırılması: Isparta Örneği. *Journal of Natural & Applied Sciences*, 19(2), 161-173.

Dudgeon, D. (2006). The impacts of human disturbance on stream benthic invertebrates and their drift in North Sulawesi, Indonesia. *Freshwater biology*, 51(9), 1710-1729.

Duelli, P. (1997). Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 62(2-3), 81-91.

Duelli, P., & Obrist, M. K. (2003). Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and applied ecology*, 4(2), 129-138.

Frutiger, A., & Buerger, G. M. (2002). Life history variability of a grazing stream insect (Liponeura cinerascens minor; Diptera: Blephariceridae). *Freshwater Biology*, 47(9), 1618-1632.

Grimbacher, P. S., & Stork, N. E. (2007). Vertical stratification of feeding guilds and body size in beetle assemblages from an Australian tropical rainforest. *Austral Ecology*, 32(1), 77-85.

Heimann, D. (2004). *EvenDiv 1.1*. Based on a DBase Program Code Supplied by Jörg Perner and Martin Schnitter. Institute of Ecology, University of Jena.

Kocataş, A. (1999). *Ekolojive Çevre biyolojisi ders kitabı*, Ege Üniversitesi Basımevi, 564 pp.

Kovach, W. L. (1999). MVSP-A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1 *Kovach Computing Services. Pentraeth, Wales, Great Britain*.

Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology*. An Imprint of Addison Wesley Longman. Inc. Menlo Park, 620.

Lodge, D. J., & Cantrell, S. (1995). Diversity of litter agarics at Cuyabeno, Ecuador: calibrating sampling efforts in tropical rainforest. *Mycologist*, 9(4), 149-151.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press., 179 pp.

Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Science Ltd., 256 pp.

New, T.R. (1988). *Invertebrate Surveys for Conservations*. Oxford University Press. 240 pp.

Petit, S., Firbank, L., Wyatt, B., & Howard, D. (2001). MIRABEL: models for integrated review and assessment of biodiversity in European landscapes. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 30(2), 81-88.

Raposa, K. B., Roman, C. T., & Heltshe, J. F. (2003). *Monitoring nekton as a bioindicator in shallow estuarine habitats*. In Coastal Monitoring through Partnerships, Springer, Dordrecht, 239-255.

Reddy, B. T., & Giraddi, R. S. (2019). Diversity studies on insect communities in organic, conservation and conventional farming systems under rain-fed conditions.

Ryder, C., Moran, J., Mc Donnell, R., & Gormally, M. (2005). Conservation implications of grazing practices on the plant and dipteran communities of a turlough in Co. Mayo, Ireland. *Biodiversity & Conservation*, 14(1), 187-204.

- Sánchez, H. Á. (2004). La agricultura en las ciudades y su periferia: un enfoque desde la Geografía. *Investigaciones Geográficas*, 53, 98-121.
- Southwood, T. R. (1971). *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. Chapman and Hall., 391 pp.
- Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of applied ecology*, 51(3), 746-755.
- Veličković, M., Golijan, J., & Popović, A. (2016). Biodiversity and organic agriculture. *Acta Agriculturae Serbica*, 21(42), 123-134.
- Wilson, E. O. (1997). *Biodiversity II*. ML Reaka-Kudla, DE Wilson & EO Wilson,(Editors). Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources, 1-3 pp.
- Wilson, E. O. (1999). *Biological diversity: The oldest human heritage (No. 34)*. New York State Museum, 72 pp.
- Yanoviak, S. P., Nadkarni, N. M., & Solano J, R. (2007). Arthropod assemblages in epiphyte mats of Costa Rican cloud forests. *Biotropica*, 39(2), 202-210.

Ek 1. Örnek alanlarından toplanan türlerin listesi

Add. 1. List of the species collected sampling sites

No	Takım*	FAMİLYA	TÜRLER	Trn	Zyt	Nar	Seb	Bag	Mr1	Mr2	Aal
1	Col	Brachyceridae	<i>Brachycerus aegyptiacus</i> (Olivier, 1807)	1	1	-	2	1	2	-	-
2	Col	Buprestidae	<i>Buprestidae</i>	-	7	-	-	1	-	1	-
3	Col	Carabidae	<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	-	21	-	-	-	-	-	-
4	Col	Carabidae	<i>Brachinus bodemeyeri</i> (Apfelbeck, 1904)	-	-	3	-	-	5	-	-
5	Col	Carabidae	<i>Brachinus sp.</i>	-	70	2	-	-	-	-	-
6	Col	Carabidae	<i>Calathus sp.</i>	23	27	44	2	6	5	1	-
7	Col	Carabidae	<i>Carterus angustus</i> (Menetries, 1832)	-	1	-	-	-	-	-	-
8	Col	Carabidae	<i>Carabus mulsantianus nurdagensis</i> (Blu., 1967)	17	10	2	4	9	1	14	1
9	Col	Carabidae	<i>Chlaenius (Dinodes) viridis</i> (Ménétriés, 1832)	-	-	-	-	-	-	1	-
10	Col	Carabidae	<i>Harpalus smaragdinus</i> (Duftschmit, 1812)	2	9	1	-	-	5	-	-
11	Col	Carabidae	<i>Notiobia sp</i>	12	-	-	13	-	-	3	-
12	Col	Carabidae	<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	-	-	-	9	-	-	-	-
13	Col	Carabidae	<i>Scarites (Distichus) planus</i> (Bonelli, 1813)	-	-	-	1	-	-	-	-
14	Col	Carabidae	<i>Siagona europaea</i> (Dejean, 1826)	-	-	-	-	-	-	2	-
15	Col	Carabidae	<i>Syntomus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	1
16	Col	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i> (L. 1758)	-	-	-	-	2	-	-	-
17	Col	Curculionidae	<i>Coniocleonus nigrosuturatus</i> (Goeze, 1777)	-	-	-	-	3	-	2	-
18	Col	Elateridae	<i>Lacon sp.</i>	-	-	-	-	-	1	-	-
19	Col	Meloidae	<i>Lydus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	1
20	Col	Scarabaediae	<i>Scarabaediae</i>	-	-	-	-	-	1	-	-
21	Col	Scarabaediae	<i>Anoxia sp</i>	-	-	-	-	-	1	-	-
22	Col	Scarabaediae	<i>Aphodius sp</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
23	Col	Scarabaediae	<i>Gymnopleurus mopsus</i> (Pallas, 1781)	-	-	-	-	-	-	54	-
24	Col	Silphidae	<i>Silpha sp</i>	2	-	-	-	-	-	4	-
25	Col	Staphylinidae	<i>Ocypus sp.</i> (Leach, 1819)	1	1	-	-	1	-	-	2
26	Col	Tenebrionidae	<i>Blaps criprosa</i> (Solier, 1848)	-	7	-	-	-	6	-	-
27	Col	Tenebrionidae	<i>Dailognatha crenata</i> (Reiche & Saulcy, 1857)	20	3	-	-	4	16	1	-
28	Col	Tenebrionidae	<i>Opatroides punctulatus</i> (Brullé, 1832)	-	-	-	-	-	-	3	-
29	Col	Tenebrionidae	<i>Pimelia bajula solieri</i> (Muls.&Wach., 1853)	-	-	-	-	-	-	1	-
30	Col	Tenebrionidae	<i>Zophosis dilatata</i> (Deyrolle, 1867)	7	1	-	-	36	16	5	-
31	Blat	Ectobiidae	<i>Blatella germanica</i> (L. 1767)	-	1	-	-	-	-	-	-
32	Ort	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i> (L. 1758)	-	-	-	1	-	-	-	-
33	Hem	Pentatomidae	<i>Mustha vicina</i> (Hoberlandt, 1997)	-	-	-	-	-	-	-	2
34	Hem	Pyrrhocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i> (L. 1758)	-	-	2	-	-	-	2	-
35	Hem	Scutelleridae	<i>Eurygaster sp.</i>	-	-	-	-	-	1	1	0
<b>Örneklenen Birey Sayısı</b>				<b>32</b>	<b>85</b>	<b>159</b>	<b>54</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	<b>95</b>	<b>7</b>

\* Blat: Blattodea; Col: Coleoptera; Hem: Hemiptera; Ort: Orthoptera