

Year  
Yıl **2020**

Volume  
Cilt **4**

Number  
Sayı **2**

p-ISSN: 2651-401X  
e-ISSN: 2651-4028

*Some of the scientists who made people smile in the year 2020 in spite of everything.*



Dr. İvet BAHAR



Dr. Betül KAÇAR



Dr. Duyğu ÖZMADENCİ



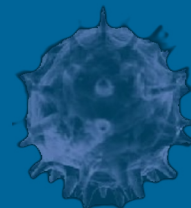
Dr. Camilla ROTHE



Dr. Christina H. KOCH



Dr. Jessica U. MEİR



Coming soon: supermicrobes...

**Owner:**

Dr. Hamza KANDEMİR

**Editor in Chief:**

Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN

**Co-Editor:**

Dr. Mustafa KARABOYACI

**Technical Editors:**

Res. Asst. Abdullah BERAM  
Instructor Serkan ÖZDEMİR

**Layout Editors:**

Instructor Doğan AKDEMİR  
MSc. Tunahan ÇINAR

**Cover designer:**

Instructor Serkan ÖZDEMİR

**Press:**

Kutbilge Association of Academicians  
Distribution, Sales, Publisher; Certificate  
No: 42086  
32040, Isparta, TURKEY

**Contact:**

Kutbilge Association of Academicians,  
32040, Isparta, TURKEY

**Web** : dergipark.gov.tr/bilgesci

**E-mail** : kutbilgescience@gmail.com

**Editorial Advisory Board:**

Ahmet AKSOY, Prof. Dr.  
*Akdeniz University, Turkey*

Amer KANAN, Prof. Dr.  
*Al-Quds University, Palestine*

Cüneyt ÇIRAK, Prof. Dr.  
*Ondokuz Mayıs University, Turkey*

Ender MAKİNECİ, Prof. Dr.  
*İstanbul University, Turkey*

Gülcan ÖZKAN, Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel University, Turkey*

İbrahim ÖZDEMİR, Prof. Dr.  
*Isparta University of Applied Sciences, Turkey*

Kari HELİÖVAARA, Prof. Dr.  
*University of Helsinki, Finland*

Kırali MÜRTEZAOĞLU, Prof. Dr.  
*Gazi University, Turkey*

Mehmet KILIÇ, Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel University, Turkey*

Mehmet KİTİŞ, Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel University, Turkey*

Mohamed Lahbib BEN JAMAA, Prof. Dr.  
*INRGREF, Tunisia*

Rene van den HOVEN, Prof. Dr.  
*University of Vet. Med. Vienna, Austria*

Semra KILIÇ, Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel University, Turkey*

Steve WOODWARD, Prof. Dr.  
*University of Aberdeen, United Kingdom*

**Editorial Board:**

Ali Cesur ONMAZ, Assoc. Prof. Dr.  
*Erciyes University, Turkey*

Asko Tapio LEHTIJÄRVİ, Assoc. Prof. Dr.  
*Bursa Technical University, Turkey*

Halil GÖKÇE, Assoc. Prof. Dr.  
*Giresun University, Turkey*

Kubilay AKÇAÖZOĞLU, Assoc. Prof. Dr.  
*Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey*

Şule Sultan UĞUR, Assoc. Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel University, Turkey*

Ahmet MERT, Assoc. Prof. Dr.  
*Isparta University of Applied Sciences, Turkey*

Ayşe KOCABIYIK, Asst. Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel University, Turkey*

Fecir DURAN, Asst. Prof. Dr.  
*Gazi University, Turkey*

Kubilay TAŞDELEN, Asst. Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel University, Turkey*

Nuri ÖZTÜRK, Asst. Prof. Dr.  
*Giresun University, Turkey*

Ramazan ŞENOL, Asst. Prof. Dr.  
*Isparta University of Applied Sciences, Turkey*

**İmtiyaz Sahibi:**  
Dr. Hamza KANDEMİR

**Editör:**  
Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN

**Editör Yardımcısı:**

Dr. Mustafa KARABOYACI

**Teknik Editörler:**

Arş. Gör. Abdullah BERAM  
Öğr. Gör. Serkan ÖZDEMİR

**Mizanpaj Editörleri:**

Öğr. Gör. Doğan AKDEMİR  
Doktorant Tunahan ÇINAR

**Kapak Tasarım:**

Öğr. Gör. Serkan ÖZDEMİR

**Baskı:**

Kutbilge Akademisyenler Derneği,  
Dağıtım, Satış, Yayınevi  
Sertifika No: 42086  
32040, Isparta, TÜRKİYE

**İletişim:**

Kutbilge Akademisyenler Derneği,  
32040, Isparta, TÜRKİYE

**Web** : dergipark.gov.tr/bilgesci

**E-mail** : kutbilgescience@gmail.com

**Danışma Kurulu:**

Ahmet AKSOY, Prof. Dr.  
*Akdeniz Üniversitesi, Türkiye*

Amer KANAN, Prof. Dr.  
*Al-Quds Üniversitesi, Filistin*

Cüneyt ÇIRAK, Prof. Dr.  
*Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye*

Ender MAKİNECİ, Prof. Dr.  
*İstanbul Üniversitesi, Türkiye*

Gülcan ÖZKAN, Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye*

İbrahim ÖZDEMİR, Prof. Dr.  
*Isparta Uyg. Bilimler Üniversitesi,  
Türkiye*

Kari HELİÖVAARA, Prof. Dr.  
*Helsinki Üniversitesi, Finlandiya*

Kıralı MÜRTEZAOĞLU, Prof. Dr.  
*Gazi Üniversitesi, Türkiye*

Mehmet KILIÇ, Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye*

Mehmet KİTİŞ, Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye*

Mohamed Lahbib BEN JAMAA, Prof. Dr.  
*INRGREF, Tunus*

Rene van den HOVEN, Prof. Dr.  
*Viyana Veterinerlik Üniversitesi, Avusturya*

Semra KILIÇ, Prof. Dr.  
*Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye*

Steve WOODWARD, Prof. Dr.  
*Aberdeen Üniversitesi, Birleşik Krallık*

**Editör Kurulu:**

Ali Cesur ONMAZ, Doç. Dr.  
*Erciyes Üniversitesi, Türkiye*

Asko Tapio LEHTIJÄRVİ, Doç. Dr.  
*Bursa Teknik Üniversitesi, Türkiye*

Halil GÖKÇE, Doç. Dr.  
*Giresun Üniversitesi, Türkiye*

Kubilay AKÇAÖZOĞLU, Doç. Dr.  
*Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye*

Şule Sultan UĞUR, Doç. Dr.  
*Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye*

Ahmet MERT, Doç. Dr.  
*Isparta Uyg. Bilimler Üniversitesi, Türkiye*

Ayşe KOCABIYIK, Dr. Öğr. Üyesi  
*Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye*

Fecir DURAN, Dr. Öğr. Üyesi  
*Gazi Üniversitesi, Türkiye*

Kubilay TAŞDELEN, Dr. Öğr. Üyesi  
*Isparta Uyg. Bilimler Üniversitesi, Türkiye*

Nuri ÖZTÜRK, Dr. Öğr. Üyesi  
*Giresun Üniversitesi, Türkiye*

Ramazan ŞENOL, Dr. Öğr. Üyesi  
*Isparta Uyg. Bilimler Üniversitesi, Türkiye*

A peer reviewed international journal, published  
biannually by Kutbilge Association of Academicians.

Yılda iki sayı olarak yayınlanan uluslararası hakemli bir dergi olup,  
Kutbilge Akademisyenler Derneği tarafından yayınlanmaktadır.

The journal is indexed in AcademicKey, Araştırmaz, CiteFactor, Index Copernicus, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), İnfobase Index, ROAD, JIFACTOR, Rootindexing, Science Library Index, Cosmos Index, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), International Institute of Organized Research (I2OR), Journal Factor, Google Scholar, Researchbib, Scientific Indexing Service (SIS), ISI (International Scientific Indexing), IPIndexing and ASOS Indeks.

Dergimiz; AcademicKey, Araştırmaz, CiteFactor, Index Copernicus, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), İnfobase Index, ROAD, JIFACTOR, Rootindexing, Science Library Index, Cosmos Index, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), International Institute of Organized Research (I2OR), Journal Factor, Google Scholar, Researchbib, Scientific Indexing Service (SIS), ISI (International Scientific Indexing), IPIndexing ve ASOS Indeks'te taranmaktadır.



CONTENTS / İÇİNDEKİLER

Research Articles / Araştırma Makaleleri

- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Amasya İlindeki Potansiyeli /  
Potential of Solar Energy from Renewable Energy Sources in Amasya  
*Nihal Kan Kaynar*..... 48-54
- Exponentiated Weibull-Logistic Distribution  
*Uğur Murat, Gamze Özel Kadılar*..... 55-62
- Detailed Simulation of Regenerative Braking of BLDC Motor for Electric Vehicle  
*Hayati Mamur, Alper Kağan Candan* .....63-72
- *Glis glis* (Nehring, 1903) (Rodentia: Gliridae) Türünün Kastamonu İlinde  
Yayılış Gösterdiği Alanların ve Potansiyel Dağılımının Tespit Edilmesi /  
Determination of Distribution and Potential Living Areas of *Glis glis*  
(Nehring, 1903) (Rodentia: Gliridae) in Kastamonu Province  
*Özkan Evcin, Büşra Kelleci* ..... 73-77
- Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması /  
Calculation of Carbon Footprint Originated from Highways in Isparta Province  
*Yudum Bıyık, Gökhan Civelekoğlu* ..... 78-87
- Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Verimlilik İlişkileri /  
Research on Site Index in the Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Forests  
*İbrahim Keten, Serkan Gülsoy* ..... 88-102
- Robotik Kodlama Eğitim Setinin Tasarlanması ve Oluşturulması /  
Designing and Creating of Robotic Coding Education Set  
*Harun Sümbül, Harun Çolak* ..... 103-109
- Additional data to the Aphodiinae fauna (Coleoptera: Scarabaeidae)  
of the Sündiken Mountains, Turkey  
*Doğan Erhan Ersoy, Abdullah Hasbenli* ..... 110-124
- Balık Tahnitinde Yeni Bir Metot: Parafinle Dolgu /  
A New Fish Taxidermy Method: Filling with Paraffin  
*Doğan Erhan Ersoy*..... 125-128
- Kentsel Ölçekte Peyzaj Uygulama Projesinin Hazırlanması: Koçarlı-İncirlioiva  
Karayolu Örneği / Development, Production and Implementation of  
A Landscape Design: Koçarlı-Incirlioiva Case  
*Derya Gülçin* ..... 129-140

## BİLGE INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH

- İlçesinin (Ankara) Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinin Hesaplanması / Assessing Regulating Ecosystem Services for Improving the Air Quality of Mamak District (Ankara)  
*Muhammed Hakan Çakmak, Melda Can* ..... 141-149
- Honaz Dağı Milli Parkı Ichneumonidae (Insecta; Hymenoptera) Faunası / Ichneumonidae (Insecta; Hymenoptera) Fauna of Honaz Mountain National Park  
*Akın Kıraç, Mehmet Faruk Gürbüz* ..... 150-159

### Review Articles / Derleme Makaleleri

- Böcekçil Beslenme ve Bazı Büyük Memeli Yaban Hayvanı Türlerinin Besin Tercihleri / Insectivorous Feeding And Nutritional Preferences Of Some Large Wild Mammalian Species  
*Dilek Arslan, Yasin Ünal* ..... 160-170

# Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Amasya İlindeki Potansiyeli

Nihal Kan Kaynar<sup>1\*</sup> 

**Özet:** Günümüzde teknolojik ve ekonomik gelişmelerle yükselen yaşam standartları ve artan nüfus; enerji ihtiyacında artışa sebep olmuştur. Geleneksel fosil yakıtlarının yakın gelecekte tükenecek olması, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı her geçen gün artırmaktadır. Güneş enerjisi ucuz, temiz, potansiyeli yüksek, çevreye zararı yok denecek kadar az olduğundan tükenmekte olan fosil enerji kaynaklarına alternatif olarak görülmektedir. Türkiye, güneş enerjisi potansiyeli açısından coğrafi olarak güzel bir konumda yer almaktadır. Ülkemizin mevcut potansiyelinin değerlendirilmesi önemlidir. Bu çalışmada, Amasya'nın sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi potansiyeli araştırıldı. Coğrafi konum itibarıyla Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde bulunan Amasya ili, bölgenin en fazla güneş alan illerinden biridir.

**Anahtar kelime:** Güneş enerjisi, enerji potansiyeli, yenilenebilir enerji, Amasya.

## Potential of Solar Energy from Renewable Energy Sources in Amasya

**Abstract:** Today, rising living standards and increasing population with technological and economic developments have led to an increase in energy needs. The fact that conventional fossil fuels will run out in the near future increases the need for clean and renewable energy sources day by day. Solar energy is seen as an alternative to fossil energy sources that are running out because they are cheap, clean, have high potential, and have little harm to the environment. Turkey, in terms of the potential of solar energy is geographically situated in a good location. The evaluation of this potential that Turkey has great importance. In this study, the potential of solar energy, which is among the renewable energy sources of the province of Amasya, was investigated. Amasya province in the Black Sea region of Turkey with its geographical location, is one of the highest solar provinces.

**Keywords:** Solar energy, energy potential, renewable energy, Amasya.

<sup>1</sup>**Address:** Amasya Üniversitesi, Amasya, Türkiye

**\*Corresponding author:** nihal\_kan84@windowslive.com

**Citation:** Kan Kaynar, N. (2020) Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Amasya İlindeki Potansiyeli. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 48-54.

### 1. GİRİŞ

Enerji tüketimi miktarı, ülkelerin teknolojik ve ekonomik yönden gelişmişlik seviyesini gösteren önemli parametrelerden biridir. Gerekli enerji için öncelikli fosil kaynakları kullanılır. Günümüzde artan enerji gereksinimini karşılamak için, fosil yakıtlara alternatif, temiz ve sürdürülebilir nitelikteki yenilenebilir enerjilerine olan ilgi, devlet teşvikleriyle daha da artmıştır ve bu enerji üretimleri yeni iş fırsatlarını da beraberinde getirmiştir. Ülkemizin fosil enerji kaynakları bakımından yetersiz olması; ülkemizi

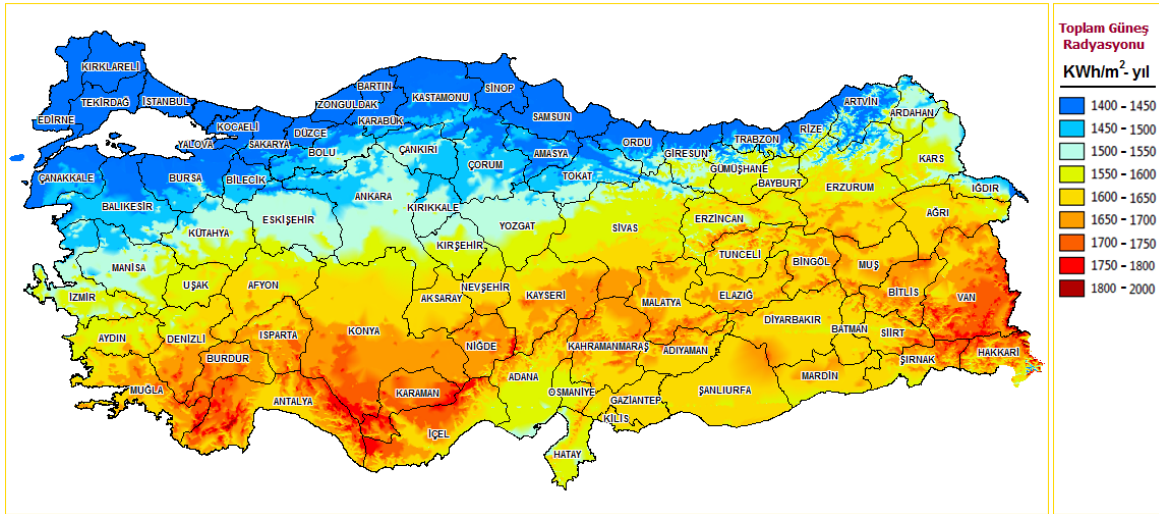
farklı enerji kaynakları bulmaya zorunlu bırakmıştır. Türkiye'nin ekonomik ve stratejik çıkarlarını korumak, artan enerji ihtiyacını karşılamak için fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltması gerekmektedir. Bu yüzden hidrolik, rüzgâr, jeotermal, güneş, biokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirmelidir. Bu kaynakların başında ucuz, temiz, potansiyeli yüksek, çevreye zararı yok denecek kadar az olan güneş enerjisi gelmektedir. Türkiye de güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti üzerine yapılan ölçüm sonuçları güneş enerji potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, günümüzün ve

geleceğin enerji sistemleri için oldukça önemli olan güneş enerjisi alanında, hem ülkemizin mevcut enerji talebinin karşılanmasında dışa bağımlılığı azaltacak hem de uluslararası düzeyde ülkemizin rekabet gücünü artıracak Ar-Ge faaliyetleri ve yenilikçi malzeme ve teknolojilerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Çolak vd., 2017). Günümüzde teknolojik ve ekonomik gelişmelerle yükselen yaşam standartları ve artan nüfusun enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan enerjinin büyük bir kısmını; fosil kaynaklar olan doğalgaz, petrol ve kömür oluşturmaktadır. Fosil kaynak rezervlerinin kısıtlı olması, asit yağmurları, küresel ısınma gibi çevre ve insan sağlığını tehdit eden etkenler ve 1973 yılında gerçekleşen petrol krizinin ortaya çıkardığı negatif durumlar birçok ülkeyi farklı enerji kaynakları arayışına sokmuştur (Duran vd., 2019). Bu yüzden, daha temiz ve daha ucuz olan yenilenebilir enerji kaynakları değerlendirilmiştir. Güneş enerjisi bu kaynakların en başında gelir. Bu enerjinin elektrik üretimine katkısı her geçen gün artmaktadır. Türkiye'nin coğrafi konumundan dolayı güneş enerjisiyle ilgili yapılan çalışmaların, devlet yatırımlarının gelecekte de daha da çok artması beklenmektedir. Güneş enerjisi, Güneş'in çekirdeğinde meydana gelen füzyon reaksiyonuyla ortaya çıkan ışınım enerjisidir. Güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi füzyon sürecinden kaynaklanır. Güneşin büyük bir kısmını oluşturan hidrojen gazının çekirdekleri füzyon tepkimesiyle helyum çekirdeklerine dönüşmekte ve bir miktarı yeryüzüne ulaşan büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Enerji yüklü fotonlar aracılığıyla

Dünya'ya ulaşan güneş ışığının enerjisi o kadar büyüktür ki; 90 dakika içinde, yer yüzüne çarpan güneş enerjisi tüm Dünyanın 1 yıllık enerji ihtiyacını karşılayacak miktardadır (IEA, 2011). Karadeniz bölgesinde yer alan Amasya ilinin güneş enerjisi potansiyeli araştırılarak, burada kurulacak güneş enerjili sistemlerden daha verimli faydalanılması amaçlanmış ve hızla artan enerji ihtiyacını karşılamak için Türkiye bütçesine katkıda bulunmak istenmiştir. Literatürde güneş enerjisi potansiyeliyle ilgili birçok makale mevcuttur. Yaman vd. (2019), çalışmalarında Van ilinin Güneş ve Hidroelektrik enerji potansiyellerini araştırmış ve il ekonomisine olan katkıları üzerinde durmuştur. Taşkın vd. (2014), Kahramanmaraş için Güneş enerjisi potansiyelini güncel verilerle incelemiş ve kullanım olanaklarından söz etmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Türkiye, 783.562 km<sup>2</sup> yüzey ölçümüyle, 36°-42° kuzey paralelleri arasında güneşli bir kuşakta yer almakta ve güneş enerjisi potansiyeli açısından coğrafi olarak iyi bir konumda bulunmaktadır. Ülkemiz, güneş kuşağı içinde konumlanmasına rağmen, güneş enerjisinden faydalanma istenilen miktarda değildir. Bu sebeple, yakın gelecekte enerji ihtiyacının karşılanmasında, dünyanın en önemli yenilenebilir enerji kaynağı olan güneşin etkili ve sürdürülebilir bir biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir.

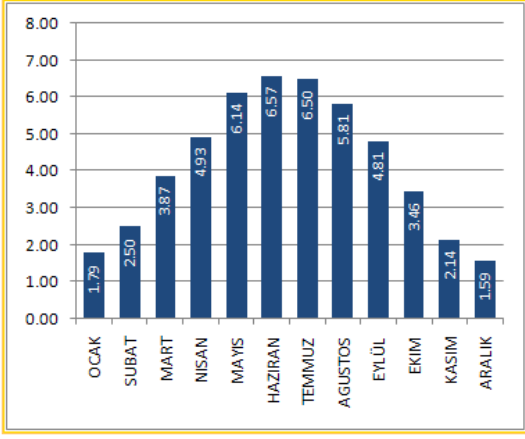


Şekil 1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEP) (YEGM, 2020).

Şekil 1'de ülkemizin güneş ışınmasından maksimum şekilde yararlanabileceği şehirler açık ve koyu kırmızı renklerle gösterilmiştir. Bu renklerle gösterilen şehirlerde güneş enerjisi global radyasyon değerleri 1600-1800 arasında değişmektedir.

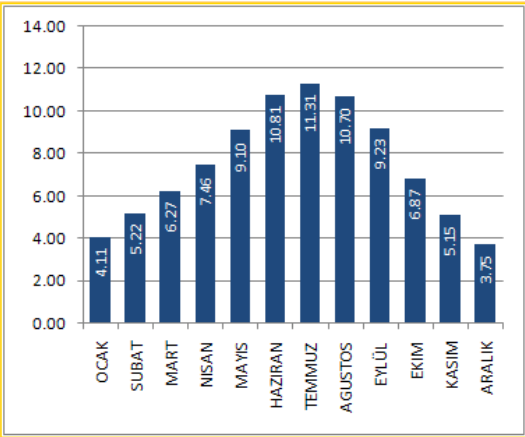
En fazla güneş enerjisi potansiyeline sahip bölgemiz Güney Doğu Anadolu iken, en düşük potansiyele sahip bölgemiz Karadeniz'dir. Ancak buna rağmen Karadeniz'de görülen değerler Almanya'nın en yüksek potansiyele sahip olan noktalarından daha yüksektir (Dinçer vd., 2018).





**Şekil 2** Türkiye Global Radyasyon Değerleri (kWh/m<sup>2</sup>-gün) (Ay İçerisindeki Bir Günlük Toplam Güneş Radyasyonu) (YEGM, 2020).

Şekil 2'de gösterilen değerler ülkemizin aylık bazda ortalama günlük global radyasyon değerlerini göstermektedir. Haziran ayında global radyasyon değeri en fazladır. Türkiye'nin aylık bazda ortalama günlük ışınım şiddetinin 4,18 kWh/m<sup>2</sup>-gün, yıllık ortalama toplam global radyasyon değerinin ise 1524,18 kWh/m<sup>2</sup>-yıl (4,18x365) olduğu görülmektedir.



**Şekil 3.** Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat) (Ay İçerisindeki Bir Günlük Toplam Güneşlenme Süresi) (YEGM, 2020).

Şekil 3'teki grafikte ülkemizin aylık bazda ortalama güneşlenme süreleri mevcuttur. Güneşlenme süresinin maksimum olduğu ay Temmuz, minimum olduğu ay Aralıktır. Türkiye'nin aylık bazda ortalama günlük güneşlenme süresi 7,49 saat-gün, yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi ise 2736,89 saat-yıl (7,49x365) dir. Değerler incelendiğinde Türkiye'nin güneşlenme süresi

açısından yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Sarıkaya, 2009).

### 2.1. Güneş Enerjisinin Faydaları

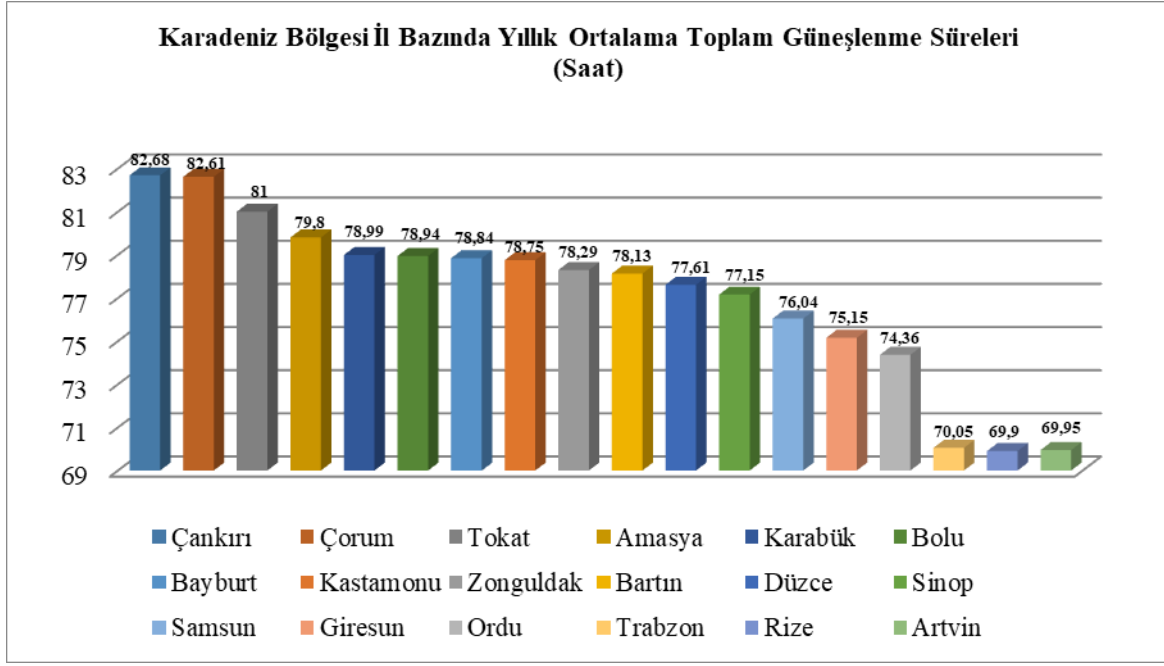
- Güneş tükenmeyen enerji kaynağı olduğu için kullanımında herhangi bir yakıtı ihtiyaç yoktur.
- Güneş enerjisiyle, fotovoltaik güneş panelleri kullanılarak elektrik üretmek mümkündür. Bu solar panellerin, elektrik üretimi ve kullanımı aşamasında çevreye olumsuz etkisi yoktur (Enerjibeş, 2016).
- Güneş enerjisi, canlıların yaşam döngüsünün devam edebilmesi için gerekli temel enerji kaynağıdır.
- Günümüzde tüketilmekte olan enerji kaynaklarının büyük bir kısmı güneşin neden olduğu çeşitli tepkimeler sonucu oluşmuştur.
- Güneş enerjisi, ısıtma ve elektrik elde etmek için doğrudan kullanılmaktadır. Değerli bu yıldızdan endüstriyel alanlarda enerji üretmekte olasıdır (Elibüyük vd., 2017).
- Güneş ışınlarının odaklanarak yoğunlaştırılmasına dayanan ısı güneş teknolojileriyle; binalarda, seralarda, endüstriyel işletmelerde ısıtma ve havalandırma uygulamaları gerçekleştirilmektedir (Cebeci, 2017).

### 2.2. Güneş Enerjisinin Zararları

- Güneş enerji santrallerinin kurulabilmesi için geniş arazi alanlarına ihtiyaç vardır ve güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli iklim şartlarından etkilenir.
- Güneş enerjisini depolamak için ihtiyaç duyulan yatırım maliyeti fazladır.
- Günümüzde kullanılan güneş paneli teknolojisiyle güneş ışınlarının maksimum %12-20'si elektrığe dönüştürülebilmektedir (Yaman vd., 2019).

## 3. BULGULAR

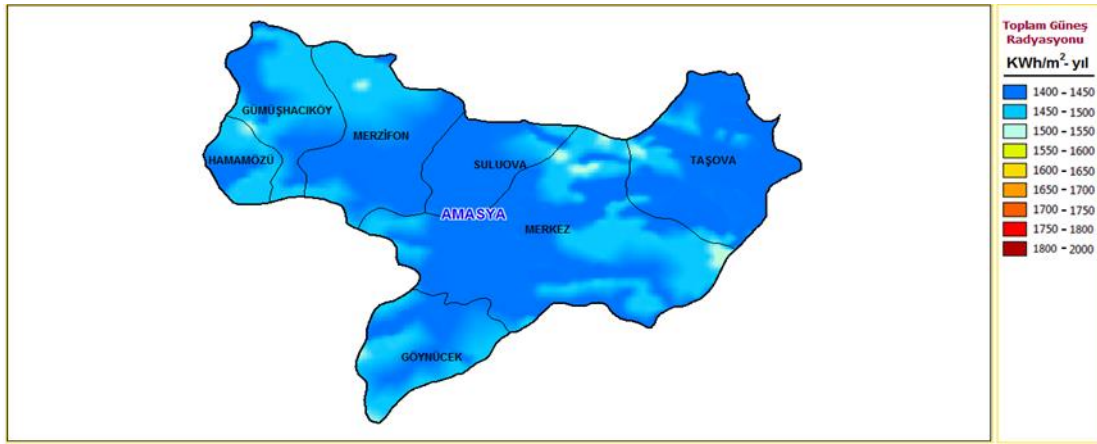
Amasya, Orta Karadeniz Bölgesinin iç kesimlerinde 35° 00' ve 36° 30' doğu boylamlarıyla 40° 15' ve 41° 03' kuzey enlemleri arasında yer alan 5520 km<sup>2</sup> yüz ölçüme sahip bir ilimizdir. Güneş enerjisi, sahip olduğu potansiyel açısından diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha kolay yaygınlaşabilme olanağına sahiptir. Ayrıca, güneş enerjisinin tükenmeyen kaynağa sahip olması ve çevreye verdiği zararların yok denecek kadar az olması güneş enerjisini günümüzde araştırmaya değer bir enerji kaynağı haline getirmektedir. Türkiye'nin diğer bölgelerine göre güneş enerjisi potansiyeli düşük olan Karadeniz Bölgesinde yer alan ve bu bölgedeki birçok ile göre yüksek potansiyele sahip Amasya ilinin araştırılması önem arz etmektedir.



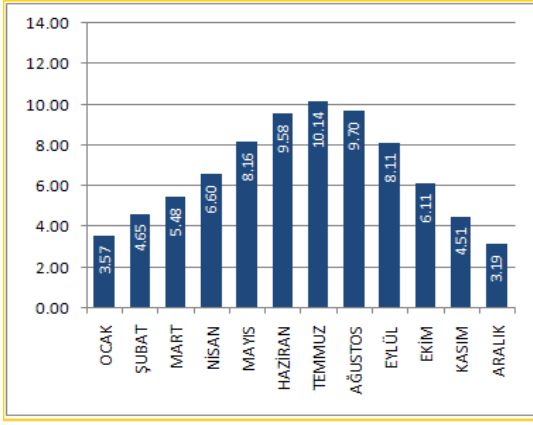
**Şekil 4.** Karadeniz Bölgesindeki illerin yıllık ortalama toplam güneşlenme süreleri (saat)

Şekil 4'de Karadeniz Bölgesindeki illerin yıllık ortalama toplam güneşlenme süreleri verilmiştir. Bu değerler sıralanırsa Amasya'nın en çok güneş alan iller arasında yer aldığı görülmektedir. Amasya, coğrafi konumuyla sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli bakımından bölgedeki diğer birçok ile göre şanslıdır. Doğu Karadeniz bölümünde ise ışınlım ve güneş enerjisi potansiyeli bölgenin diğer

bölgelerine göre çok daha azdır. Güneşlenme süresi açısından bölgenin en fazla güneş alan ili Çankırı iken, Amasya dördüncü sıradadır. Karadeniz Bölgesinde yer alan üst sıralardaki iller, güneş enerjisi açısından bölge içindeki en uygun güneş enerjisinden yararlanabilecek yerlerdir.

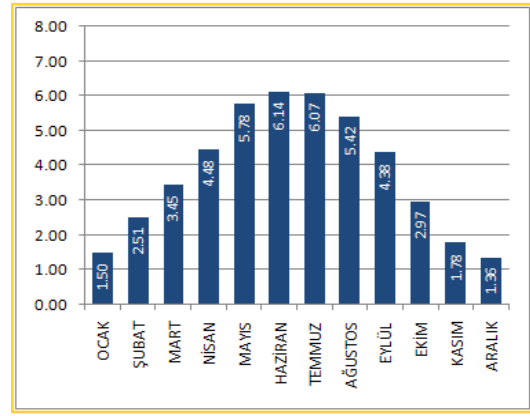


Şekil 5 incelendiğinde, Amasya iline bağlı ilçelerin güneş ışıması ortalamasının yaklaşık 1400-1550 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Bu değerler bir yılda kWh/m<sup>2</sup> olarak alınabilecek toplam enerjiyi belirtmektedir.



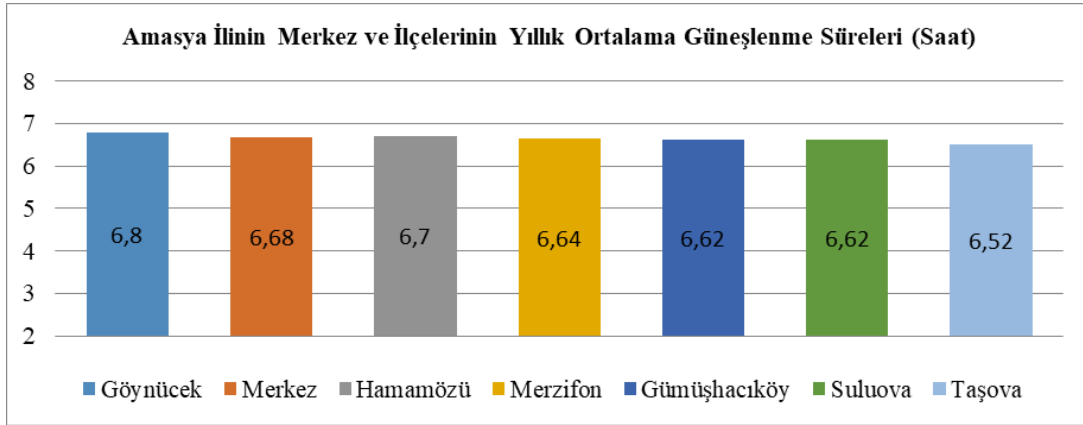
**Şekil 6.** Amasya Güneşlenme Süreleri (Saat) (Ay İçerisindeki Bir Günlük Toplam Güneşlenme Süresi) (YEGM, 2020).

Şekil 6'daki grafik incelendiğinde, Amasya ili ortalama güneşlenme süresinin maksimum değerine 10.14(saat) ile Temmuz ayında, güneşlenme süresi minimum değerine 3.19 (saat) ile Aralık ayında ulaştığı görülmektedir.



**Şekil 7.** Amasya Global Radyasyon Değerleri (kWh/m<sup>2</sup>-gün) (Ay İçerisindeki Bir Günlük Toplam Güneş Radyasyonu) (YEGM, 2020).

Şekil 7'de ki grafiğe baktığımızda en fazla ışıma şiddetine 6.14kWh/m<sup>2</sup>-gün ile Haziran ayında ulaşıldığı, en az ışıma şiddetine de 1.36 kWh/m<sup>2</sup>-gün ile Aralık ayında ulaşıldığı görülmektedir. Amasya; Göynücek, Hamamözü, Merzifon, Gümüşhacıköy, Merkez, Suluova ve Taşova olmak üzere toplamda 7 ilçeye sahiptir. Bu ilçelere ait ortalama güneşlenme süreleri ve global radyasyon değerleri aşağıda mevcuttur.



**Şekil 8.** Amasya ilinin merkez ve ilçelerinin yıllık ortalama güneşlenme süreleri (saat) (YEGM, 2020).

Şekil 8'de yer alan ilçeler arasındaki yıllık ortalama güneşlenme sürelerine bakarsak 6,8 h ile Göynücek ilk

sırada yer alırken, Taşova 6,52 h ile sonuncu sırada yer almaktadır.

**Tablo 1.** Amasya ilinin merkez ve ilçelerinin global radyasyon değerleri(YEGM, 2020)

İşınım Şiddeti (kWh/m <sup>2</sup> -gün)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	İlçe Ort.
Hamamözü	1,58	2,60	3,49	4,51	5,87	6,19	6,20	5,46	4,44	2,98	1,80	1,36	3,87
Göynücek	1,56	2,43	3,52	4,53	5,79	6,16	6,07	5,46	4,43	3,09	1,82	1,41	3,85
G.Hacıköy	1,53	2,41	3,39	4,44	5,71	6,08	5,99	5,38	4,29	2,93	1,75	1,33	3,85
Merzifon	1,60	2,57	3,43	4,46	5,81	6,15	6,14	5,41	4,38	2,94	1,79	1,34	3,83
Merkez	1,46	2,51	3,47	4,51	5,79	6,14	6,08	5,43	4,40	2,99	1,79	1,37	3,82
Suluova	1,58	2,47	3,42	4,44	5,73	6,11	6,01	5,38	4,34	2,94	1,79	1,34	3,79
Taşova	1,53	2,41	3,39	4,44	5,71	6,08	5,99	5,38	4,29	2,93	1,75	1,33	3,76

Işınım şiddetlerine ait verileri incelediğimizde; Hamamözü ortalama 3,87 kWh/m<sup>2</sup>-gün ile en yüksek değere sahipken, Taşova ortalama 3,76 kWh/m<sup>2</sup>-gün ile en düşük değere sahiptir

**Tablo 2.** Amasya ilinin güneş enerji santralleri (Enerji Atlası, 2020).

Santral Adı	Durumu	Firma	Kurulu Güç(MW)
Tekman Metal GES	Aktif	Tekman Metal	0.25
Timay Tempo Güneş Enerji Tesisi	Aktif	Timay Tempo A.Ş.	0.22
Amasya Üni. Güneş Enerjisi Tesisi	Aktif	Amasya Üniversitesi	0.20
Amasya Taşova GES Tesisi	Aktif	Çalık Enerji	5
Amasya Güneş Enerji Santrali	Yapım Aşamasında	Akfen Enerji	10
Toplam			15.67

Tablo 2’de Amasya ili için kurulu ve yapım aşamasında olan GES’ler verilmiştir. Amasya Güneş Enerji Santrali faaliyete geçtiğinde, GES’ler bugünkünden çok daha fazla miktarda ekonomiye katkı sağlayacaktır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Günümüzde nüfus artışı, sanayileşme ve teknolojik gelişmelerle sürekli artan enerji ihtiyacının çoğunu karşılamada bir süre daha fosil bazlı, yenilenemez enerji kaynakları yeterli olacaktır. Fakat fosil enerji rezervlerinin kısıtlı ve tükenbilir olması, teknolojik ilerlemeden kaynaklanan çevre kirliliği; yenilenebilir, temiz kaynakların bulunmasını ve teknolojilerinin geliştirilmesini mecburi hale getirmiştir. Mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli, ülkelerin enerji ihtiyaçlarının önemli bir kısmını karşılayacak kapasitededir. Bu kaynakların fosil yakıtlar gibi zararlı etkilerinin olmaması yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini giderek artırmıştır ve birçok ülkeye enerji gereksinimlerini yerli kaynaklardan karşılayabilme fırsatı vermiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını en verimli şekilde kullanmayı başarabilirsek ülkemizin dışa olan bağımlılığını azaltabiliriz. Türkiye'nin mevcut güneş enerjisi potansiyeli araştırılmaya ve yatırımlar yapmak için uygun değerlere sahiptir.

Çevremizi korumak ve mevcut doğal enerji kaynaklarımızdan tam verimle yararlanabilmek için, ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili stratejilerin gelişmesine ihtiyaç vardır. Bölgesel bazda da güneş enerjisi potansiyel araştırmalarının yapılması enerji politikalarımıza ve milli servetimize katkı sağlama anlamında hayati önem taşır.

Bu çalışmada Amasya ilinin güneş enerjisi potansiyeli güncel veriler ele alınarak incelenmiştir. Amasya ilinde

kurulacak güneş enerjili sistemlerden daha iyi faydalanma fikrinden yola çıkarak il merkezindeki ölçüm sonuçları incelenmiştir. Şehrin güneş enerjisi potansiyeli Karadeniz bölgesindeki diğer tüm illerle karşılaştırılmıştır. Amasya il bazında ortalama güneşlenme süreleri bakımından dördüncü sıradadır. Bu da şehri güneş enerjisi potansiyeli bakımından bulunduğu bölgedeki diğer illere göre daha şanslı yapmaktadır. Ayrıca Amasya ilinde aktif ve yapım aşamasında olan santraller incelendiğinde yakın gelecekte bu günden çok daha büyük miktarda güneş enerjisinden yararlanılacağı aşikardır. Aynı zamanda, Amasya ilinde yapım aşamasında ya da yeni kurulacak olan güneş enerji santralleri yeni iş imkanları da yaratacaktır. Bölgesel bakımdan Türkiye'nin güneşlenme süresi ve ışınım verileri incelendiğinde, Karadeniz Bölgesi verimli bölgelerimizden biri değildir fakat günümüzde sahip olduğumuz en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi her bölge için araştırmaya değer niteliktedir. Ayrıca Karadeniz Bölgesinin mevcut potansiyeli, Almanya gibi güneş enerji potansiyeli açısından fakir ülkelerin bir çoğundan daha fazladır. Var olan enerji üretim ve tüketim metotlarıyla yenilenemez enerji kaynaklarımız yok edilmekte ve çevreye büyük oranda zarar vermektedir. Bundan dolayı günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları bölgesel olarak araştırılıp geliştirilmektedir. Kılıç vd. (2016), yaptıkları makalelerinde güneş ölçüm istasyonundan aldıkları sonuçları analiz ederek ortalama güneşlenme süresi ve küresel ışınım değerlerini Diyarbakır ili için belirlemişlerdir. Çifci vd. (2017), çalışmalarında mevcut güneş enerjisi potansiyeli ve elektrik üretiminde kullanılabilirliğini Burdur ili için araştırmışlardır.

Dünyada geçmiş senelerde tüketilen enerji miktarları daima artmıştır ve bunun gelecekte de böyle olacağı mevcut güncel verilerle öngörülmektedir. Bundan ötürü, her geçen gün yeterli yatırım yapılmadığı için boşa giden yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması ve aktif bir şekilde değerlendirilmesi şarttır. İlaveten çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmayan güneş enerjisinin kullanım alanlarının artırılması gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Cebeci, S. (2017). Türkiye’de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretim Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Kalkınma Bakanlığı, 185, Ankara.
- Çifci, A., Altundağ, E. (2017). Burdur Bölgesi Güneş Enerjisi Potansiyelinin Elektrik Üretiminde Kullanılabilirliği. Mesleki Bilimler Dergisi, 6(2), 111-120.
- Çolak, L., Çökelek, E. E., Işık, K. (2017). Fotovoltaik Termal (pv/t) Güneş Kollektörlerinin Kullanım Alanları ve Performans Artırma Yöntemleri, 7. Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu, 22-23 Eylül Bildiriler Kitabı, 27-40. Mersin.
- Duran, G., Çelikkaya, Süha. (2019). Batı Akdeniz Bölgesi Güneş Enerji Sistemleri Kümelene Düzey Analizi. İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi, 4(9), 171-187.

- Dinçer, İ., Alma, M. H., Arcaklıoğlu, E., Bayazıtöğlü, Y., Hepbaşlı, A., Kakaç, S., Kaygusuz, K., Midilli, A., Sarı, A., Sarıçiftçi, N. S., Şahin, B., Turan, R. (2018). Tüba-Güneş Enerjisi Teknolojileri Raporu, Ankara.
- Elibüyük, U., Üçgül, İ., Acar, M. (2017). Güneş Enerjisinin Çevreye Olumlu ve Olumsuz Etkilerinin Değerlendirilmesi, 7. Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu, 22-23 Eylül Bildiriler Kitabı, 56-58. Mersin.
- EnerjiAtlası,(2020).[http://www.enerjiatlası.com/sehir/amaşy\\_a/](http://www.enerjiatlası.com/sehir/amaşy_a/) (Erişim tarihi: 12.02.2020)
- Enerjibes,(2016).<https://www.enerjibes.com/gunes-enerjisinin-avantajlari-dezavantajlari-nelerdir/> (Erişim Tarihi: 15.02.2020).
- IEA, (2011) International Energy Agency. Solar Energy Perspectives, OECD/IEA, Paris.
- Kılıç, H., Gümüş, B., Yılmaz, M. (2016).Diyarbakır İli İçin Güneş Enerjisi Verilerinin Meteorolojik Standartlarda Ölçülmesi ve Analizi. EMO Bilimsel Dergi, 5(10) 47-52.
- Sarıkaya, S. (2009). Güneş Enerjisi Sektör Raporu, Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı.
- Taşkın, O., Korucu, T. (2014). Kahramanmaraş İli Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Kullanım Olanakları. KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 17(4), 12-16.
- Yaman, A., Yakın, A., Behçet, R. (2019). Van İli Güneş ve Hidroelektrik Enerji Potansiyelleri ve İl Ekonomisine Katkıları. BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 243-250.
- YEGM, (2020). Yenilenebilir Enerji Kaynağı Genel Müdürlüğü.<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> (Erişim tarihi:22.02.2020).

## Exponentiated Weibull-Logistic Distribution

Uğur Murat<sup>1\*</sup>, Gamze Özel Kadılar<sup>1</sup>

**Abstract:** In this paper, exponentiated Weibull-logistic distribution is introduced. The main functions of proposed distribution are derived and plotted for different parameter values. Besides, skewness and kurtosis measures of proposed distribution are presented. Then, by finding moment generating function, expected value and variance are derived. A simulation study is given for showing performance of exponentiated Weibull-logistic distribution by the maximum likelihood estimation approach. Finally, applications based on real datasets are presented and proved that, exponentiated Weibull-logistic distribution is better than existing distributions in literature.

**Keywords:** Weibull-logistic distribution, Weibull-G family, Maximum likelihood estimation, Hazard function.

<sup>1</sup>**Address:** Hacettepe University, Ankara, Turkey

**\*Corresponding author:** umurat@hacettepe.edu.tr

**Citation:** Murat, U., Özel Kadılar, G. (2020). Exponentiated Weibull-Logistic Distribution. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 55-62.

### 1. INTRODUCTION

Many distributions are used to model life times and Weibull and Logistic distributions are some of them. The logistic function was proposed by Verhulst (Johnson et al. 1995) to define the growth curve in the 19th century and then has been applied to many areas over time. If the random variable  $X$  has Type-I Logistic (Lg) distribution its cumulative distribution function (cdf) is

$$G(x) = \frac{1}{1 + e^{-\lambda x}}, \quad \lambda > 0.$$

Correspondingly, the probability density function (pdf) of Type-I Logistic distribution is given by

$$g(x) = \frac{\lambda e^{\lambda x}}{(1 + e^{\lambda x})^2}, \quad \lambda > 0.$$

The Weibull distribution is used extensively to model lifetime. It was first introduced by Weibull (1951) and has been used in many fields, especially for lifetime data analysis and statistical models in engineering. Depending on the values of its shape parameter, it also models Rayleigh and exponential distributions in some cases, is also widely used in datasets regarding failure rates.

If  $X$  has two parameters Weibull (W) distribution, its cdf is given by

$$F(x) = 1 - e^{-\alpha x^\beta}, \quad \alpha, \beta > 0.$$

Then, density function for Weibull distribution (for two parameters) is given by

$$f(x) = \alpha \beta x^{\beta-1} e^{-\alpha x^\beta}, \quad \alpha, \beta > 0.$$

Although the classical distributions are widely used, these distributions are insufficient in some application areas and extended forms of these distributions are needed. Hence, various studies (Gurvich et al. 1997; Cordeiro et al. 2015) have been carried out to expand the Weibull distribution and Weibull-type families were introduced in some of these studies. Examples of these distribution families are the Weibull-G family (Bourguignon et al. 2014; Tahir et al. 2016a; Alizadeh et al. 2018), Weibull-H family (Cordeiro et al. 2017) and Weibull-X family (Ahmad et al. 2018).

In the Weibull-G family,  $G(x) / [1 - G(x)]$  conversion has been performed by (Hassan & Elgarhy, 2016; Tahir et al.

2016b; Nassar et al. 2017; Korkmaz, 2019). The cdf for X with the Weibull-G family distribution is obtained as

$$F(x) = 1 - e^{-\alpha \left(\frac{G(x)}{1-G(x)}\right)^\beta}, \quad \alpha, \beta > 0.$$

When the Logistic distribution is used as the G(x) function, the cdf of the Weibull-Logistic (W-Lg) distribution becomes

$$F(x) = 1 - e^{-\alpha \left(\frac{1}{1 + e^{-\lambda x}}\right)^\beta},$$

$$\alpha, \beta, \lambda > 0.$$

Its simplification is as follows:

$$F(x) = 1 - e^{-\alpha e^{\lambda \beta x}}, \quad \alpha, \beta, \lambda > 0.$$

Density function of Weibull-Logistic (W-Lg) distribution is

$$f(x) = \lambda \alpha \beta e^{\lambda \beta x - \alpha e^{\lambda \beta x}}, \quad \alpha, \beta, \lambda > 0.$$

Some studies have been made to generalize the Weibull family distributions by adding a new shape parameter ( $\theta > 0$ ) (Elgarhy et al. 2017; Hassan & Elgarhy, 2018; Korkmaz, 2018). The exponentiated Weibull-logistic (ExpW-Lg) distribution proposed in this study is the generalized version of the Weibull-Logistic (W-Lg) distribution with parameter  $\theta$ . A new cdf is obtained by taking  $\theta$  exponent of the relevant cdf, i.e.  $F(x) = G(x)^\theta$ . The new parameter added defines skewness, kurtosis and tail values. Here, G(x) is base-line distribution and F(x) is cumulative density for exponentiated-G distribution (Bursa & Özel, 2017).

The cdf for exponentiated distribution is

$$F(x) = G(x)^\theta, \quad \theta > 0.$$

The pdf of the exponentiated distribution is

$$f(x) = \theta G(x)^{\theta-1} g(x), \quad \theta > 0.$$

Here, g(x) is the pdf of G(x) function.

In Section 2, main functions for proposed distribution are given and graphs for the density and hazard functions are presented comparatively. The quantile function for proposed distribution, skewness and kurtosis values are obtained for different parameter values. In Section 3, moment generating function for novel distribution is derived. Then, mean and variance are calculated in this context. A simulation study is done using maximum likelihood estimation is shown in Section 4. Applications on real datasets are done in Section 5. Conclusions of the study are discussed in Section 6.

## 2. EXPONENTIATED WEIBULL-LOGISTIC DISTRIBUTION

Cumulative density of exponentiated Weibull-Logistic (ExpW-Lg) distribution is obtained as

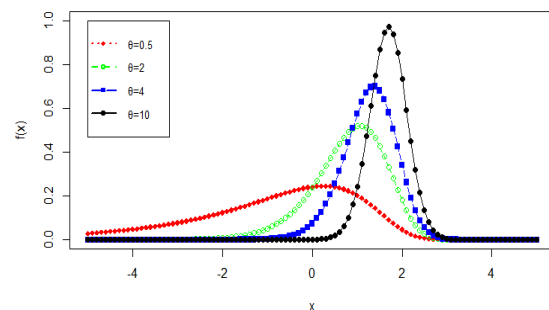
$$F(x) = (1 - e^{-\alpha e^{\lambda \beta x}})^\theta, \quad \alpha, \beta, \lambda, \theta > 0.$$

Density function for ExpW-Lg distribution is derived by

$$f(x) = \theta (1 - e^{-\alpha e^{\lambda \beta x}})^{\theta-1} (\lambda \alpha \beta e^{\lambda \beta x - \alpha e^{\lambda \beta x}}),$$

$$\alpha, \beta, \lambda, \theta > 0.$$

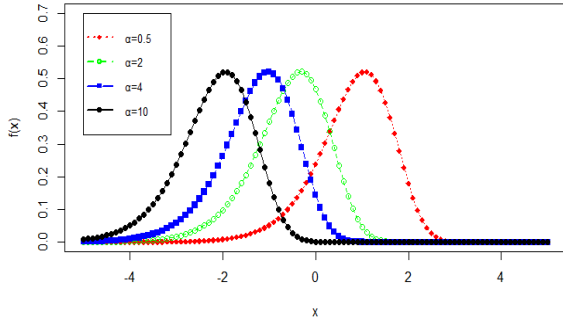
The graphs for ExpW-Lg distribution for 0.5, 2, 4 and 10 values of  $\theta$  are presented in Figure 1.



**Figure 1.** The graphs for density function of the ExpW-Lg distribution with parameters ( $\alpha=0.5$ ;  $\beta=0.5$ ;  $\lambda=2$ ;  $\theta=0.5, 2, 4, 10$ ).

As seen in Figure 1, with increasing  $\theta$  value, the density function gets positive values and becomes narrow and variability decreases.

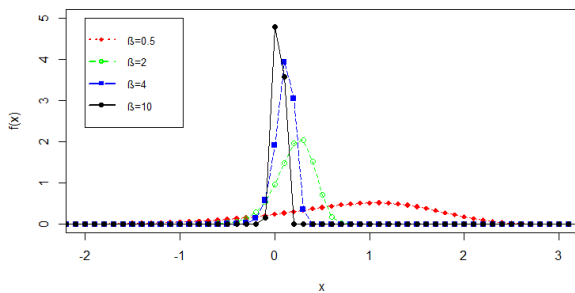
Density graphs for ExpW-Lg distribution for 0.5, 2, 4 and 10 values of  $\alpha$  are shown in Figure 2.



**Figure 2.** Density graphs for ExpW-Lg distribution with parameters ( $\alpha=0.5, 2, 4, 10; \beta=0.5; \lambda=2; \theta=2$ ).

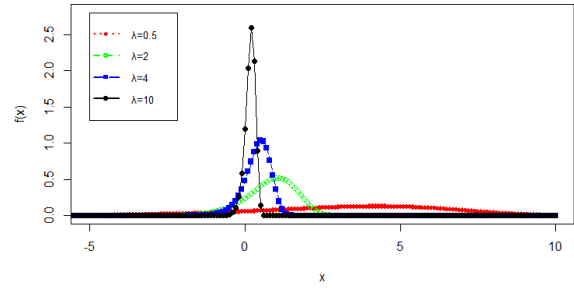
Figure 2 shows that although the shape of the plots of the pdf remains the same with the increase of  $\alpha$ , they shift towards the x axis in the negative direction.

Graphs of ExpW-Lg distribution for 0.5, 2, 4 and 10 values of  $\beta$  are given in Figure 3.



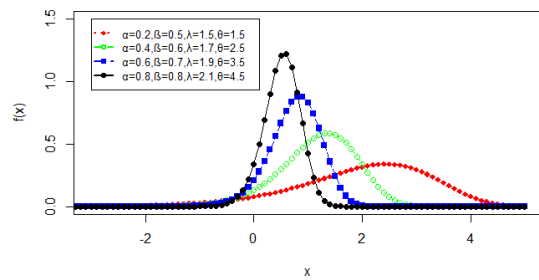
**Figure 3.** Graphs of ExpW-Lg distribution with parameters ( $\alpha=0.5; \beta=0.5, 2, 4, 10; \lambda=2; \theta=2$ ).

Figure 3 presents that as  $\beta$  value increases, plots of the pdf become narrow and the variability decreases. Density graphs for ExpW-Lg distribution for 0.5, 2, 4 and 10 values of  $\lambda$  are given in Figure 4.

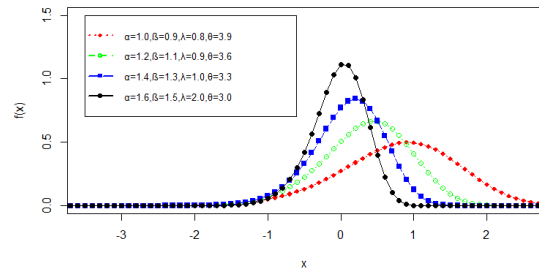


**Figure 4.** Density graphs for ExpW-Lg distribution for selected values of the model parameters ( $\alpha=0.5; \beta=0.5; \lambda=0.5, 2, 4, 10; \theta=2$ ).

Figure 4 shows that if  $\lambda$  increases, plots of the pdf become narrow and the variability decreases. Now, the pdf plots of the ExpW-Lg distribution are given in Figures 5-6.



**Figure 5.** Density graphs for ExpW-Lg distribution for selected values of the model parameters.



**Figure 6.** Density graphs of ExpW-Lg distribution.

### 2.1 Survival and Hazard Functions

Survival function (srf) of the ExpW-Lg distribution is

$$S(x) = 1 - F(x) = 1 - (1 - e^{-\alpha e^{\lambda\beta x}})^{\theta}, \quad \alpha, \beta, \lambda, \theta > 0.$$

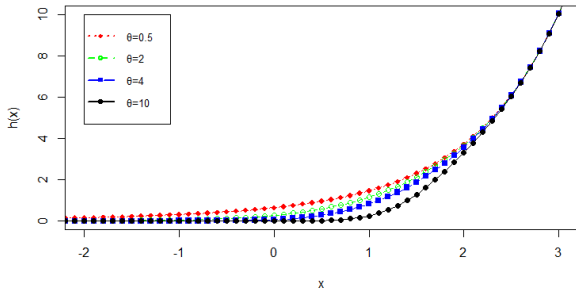
Then, the hazard function (hrf) for ExpW-Lg distribution is obtained as

$$h(x) = \frac{\theta\lambda\alpha\beta (1 - e^{-\alpha e^{\lambda\beta x}})^{\theta-1} (e^{\lambda\beta x - \alpha e^{\lambda\beta x}})}{1 - (1 - e^{-\alpha e^{\lambda\beta x}})^{\theta}}$$

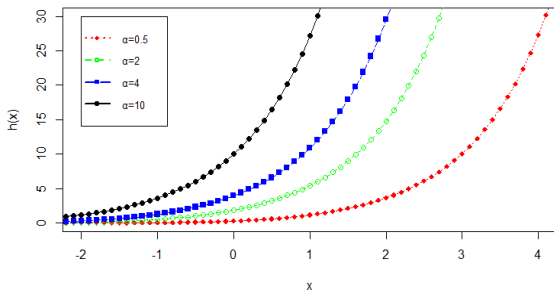
$$\alpha, \beta, \lambda, \theta > 0.$$

Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution for 0.5, 2, 4 and 10 values of  $\theta$  are given in Figure 7.



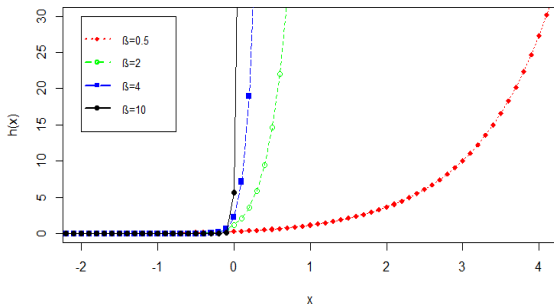


**Figure 7.** Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution with parameters ( $\alpha=0.5$ ;  $\beta=0.5$ ;  $\lambda=2$ ;  $\theta=0.5, 2, 4, 10$ ). Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution for 0.5, 2, 4 and 10 values of  $\alpha$  are depicted in Figure 8.

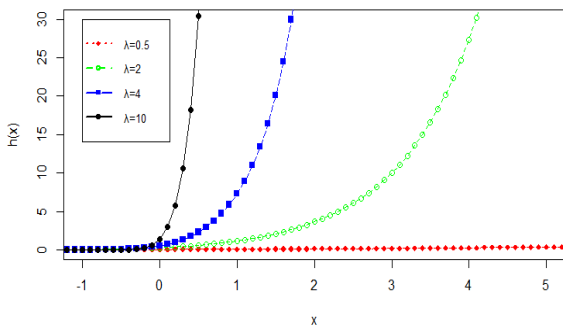


**Figure 8.** Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution for selected values of the model parameters ( $\alpha=0.5, 2, 4, 10$ ;  $\beta=0.5$ ;  $\lambda=2$ ;  $\theta=2$ ).

Figure 9 shows hazard function graphs for ExpW-Lg distribution when the values of  $\beta$  are 0.5, 2, 4.

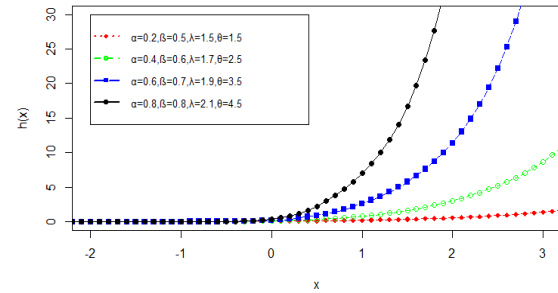


**Figure 9.** Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution with parameters ( $\alpha=0.5$ ;  $\beta=0.5, 2, 4, 10$ ;  $\lambda=2$ ;  $\theta=2$ ). Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution for 0.5, 2, 4 and 10 values of  $\lambda$  are 0.5, 2, 4, 10 in Figure 10.

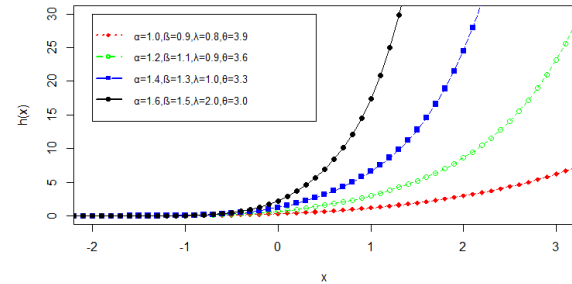


**Figure 10.** Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution with parameters ( $\alpha=0.5$ ;  $\beta=0.5$ ;  $\lambda=0.5, 2, 4, 10$ ;  $\theta=2$ ).

Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution are presented in Figures 11-12.



**Figure 11.** Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution.



**Figure 12.** Hazard function graphs for ExpW-Lg distribution.

**2.2 Quantile Function**

$p^{\text{th}}$  quantile for ExpW-Lg distribution is found by inverting the  $F(p)$  function and is given by

$$Q(p) = F^{-1}(p) = x = \frac{\ln\left(-\frac{\ln\left(1 - p^{\frac{1}{\theta}}\right)}{\alpha}\right)}{\lambda\beta}, \quad 0 \leq p \leq 1$$

The median of the ExpW-Lg distribution is obtained as

$$\text{Medyan}(X) = Q\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{\ln\left(-\frac{\ln\left(1 - p^{\frac{1}{\theta}}\right)}{\alpha}\right)}{\lambda\beta}$$

Skewness and kurtosis were computed for some parameters to present performance of parameters with ExpW-Lg distribution on skewness and kurtosis. For this aim, Bowley's formula for skewness (S) and Moor's formula for kurtosis (K) were used.

When  $S = 0$ , the distribution is symmetrical, when  $S > 0$  is right-skewed and when  $S < 0$  is left-skewed. The calculated skewness and kurtosis for different parameter for ExpW-Lg distribution are given in Table 1.

**Table 1.** Skewness and kurtosis of the ExpW-Lg distribution

θ	α	β	λ = 2		λ = 4	
			Skewness	Kurtosis	Skewness	Kurtosis
0.5	0.5	0.5	-0.1721597	-0.4664396	-0.1721597	-0.4664396
		2	-0.1721597	-0.4664396	-0.1721597	-0.4664396
	2	0.5	-0.1721597	-0.4664396	-0.1721597	-0.4664396
		2	-0.1721597	-0.4664396	-0.1721597	-0.4664396
2	0.5	0.5	-0.07421204	-0.2017165	-0.07421204	-0.2017165
		2	-0.07421204	-0.2017165	-0.07421204	-0.2017165
	2	0.5	-0.07421204	-0.2017165	-0.07421204	-0.2017165
		2	-0.07421204	-0.2017165	-0.07421204	-0.2017165
4	0.5	0.5	-0.03985193	-0.1086256	-0.03985193	-0.1086256
		2	-0.03985193	-0.1086256	-0.03985193	-0.1086256
	2	0.5	-0.03985193	-0.1086256	-0.03985193	-0.1086256
		2	-0.03985193	-0.1086256	-0.03985193	-0.1086256
10	0.5	0.5	-0.00619869	-0.01819422	-0.00619869	-0.01819422
		2	-0.00619869	-0.01819422	-0.00619869	-0.01819422
	2	0.5	-0.00619869	-0.01819422	-0.00619869	-0.01819422
		2	-0.00619869	-0.01819422	-0.00619869	-0.01819422

Table 1 proves that ExpW-Lg distribution is skewed to left because all skewness values are less than zero ( $S < 0$ ). However, although

parameters  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\lambda$  change results, it is observed that they don't affect the skewness and kurtosis values computed from the Bowley and Moor formulas. The skewness and kurtosis values for ExpW-Lg distribution change only for  $\theta$ . It is observed that the value of the skewness and kurtosis decrease while  $\theta$  increases.

### 3. MOMENT GENERATING FUNCTION

Moment generating function for ExpW-Lg distribution is obtained as follows:

$$M_x(t) = E(e^{tx}) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{tx} f(x) dx = \theta \lambda \alpha \beta (1 - e^{-\alpha e^{\lambda \beta}})^{\theta-1} (e^{t+\lambda \beta - \alpha e^{\lambda \beta}})$$

The variance and mean of X random variable are calculated. After the first and second derivatives are found, the mean of X random variable is found by the value  $t = 0$  of the first derivative of the moment generating function as follows:

The value of  $E(X^2)$  used in the variance calculation is found with the  $t = 0$  value of the second derivative for moment generating function.

$$E(X^2) = \theta \lambda \alpha \beta (1 - e^{-\alpha e^{\lambda \beta}})^{\theta-1} (e^{\lambda \beta - \alpha e^{\lambda \beta}})$$

The mean, variance and standard deviation are, respectively, obtained for  $\alpha = 0.5$ ,  $\beta = 0.5$ ,  $\lambda = 2$ ,  $\theta = 2$  as follows:

$$E(x) = \mu = 0.5189$$

$$Var(X) = \sigma^2 = 0.5189 - 0.2693 = 0.2496$$

$$\sigma = \sqrt{0.2496} = 0.4996$$

### 4. SIMULATION STUDY

In the study, the parameters ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda$ ,  $\theta$ ) were estimated by maximum likelihood estimation (MLE) method after these random numbers reaching the determined sample size and this procedure was repeated 1000 times. The mean and mean squared error (MSE) values of the estimated parameters were calculated at the end of the simulation. Within the scope of the study, parameter values were taken as  $\alpha=0.1$ ,  $\beta=1$ ,  $\lambda=1$ ,  $\theta=2$ , and calculations were made for n

= 10, 50 and 200 sample sizes. Simulation results are given in Table 2.

**Table 1.** Simulation results

n	Mean				Mean Squared Error (MSE)			
	$\alpha$ (0.10)	$\beta$ (1.00)	$\lambda$ (1.00)	$\theta$ (2.00)	$\alpha$	$\beta$	$\lambda$	$\theta$
10	0.122	1.113	0.978	2.192	0.0100	0.0696	0.0817	0.3814
50	0.127	1.077	0.960	2.190	0.0067	0.0708	0.0756	0.3651
200	0.129	1.075	0.947	2.198	0.0065	0.0713	0.0704	0.3346

Table 2 shows that the sample size had little effect on variability in parameter estimates.

**5. APPLICATION**

ExpW-Lg distribution is applied on two datasets, the parameter estimations are done by MLE method, and the descriptive statistics are obtained. Parameter estimations were done for the W-Lg and ExpW-Lg distributions by MLE method. AIC, CAIC, BIC, Anderson Darling (A), Cramér-von Misses (CvM) statistics obtained.

As the first dataset, an experimental data of the strength values of 1.5 cm of glass fibre was used in the study of Smith and Naylor (1987) were obtained in the National Physical Laboratory in England. The dataset consisting of 63 observations is given below:

**Dataset-1:** 0.55, 0.74, 0.77, 0.81, 0.84, 0.93, 1.04, 1.11, 1.13, 1.24, 1.25, 1.27, 1.28, 1.29, 1.30, 1.36, 1.39, 1.42, 1.48, 1.48, 1.49, 1.49, 1.50, 1.50, 1.51, 1.52, 1.53, 1.54, 1.55, 1.55, 1.58, 1.59, 1.60, 1.61, 1.61, 1.61, 1.61, 1.62, 1.62, 1.63, 1.64, 1.66, 1.66, 1.66, 1.67, 1.68, 1.68, 1.69, 1.70, 1.70, 1.73, 1.76, 1.76, 1.77, 1.78, 1.81, 1.82, 1.84, 1.84, 1.89, 2.00, 2.01, 2.24.

The main statistics of the first dataset are given in Table 3.

**Table 2.** The main statistics of the first dataset

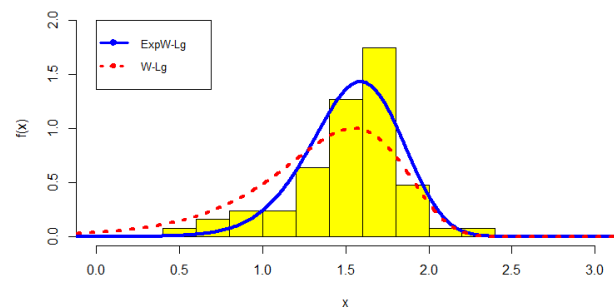
Mean	Median	Variance	Min.	Max.
1.507	1.590	0.105	0.55	2.24

Parameter estimations and goodness of fit statistics for first dataset are presented in Table 4.

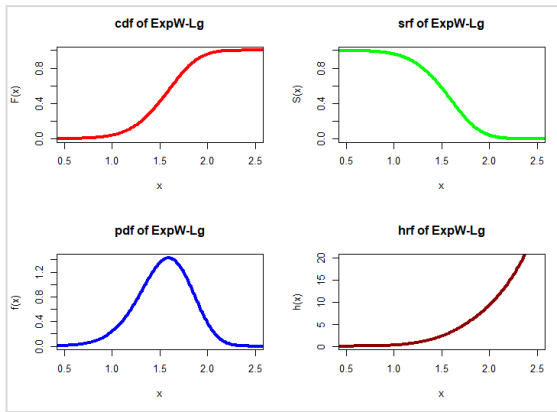
**Table 3.** Estimated parameters and goodness of fit statistics for first dataset

Model	MLE				AIC	CAIC	BIC	A	CvM
	$\alpha$	$\beta$	$\lambda$	$\theta$					
W-Lg	0.015	1.284	2.118	-	47.335	47.742	53.764	0.859	0.151
ExpW-Lg	0.066	0.775	2.726	3.670	38.570	39.260	47.143	1.170	0.212

The histogram and empirical curves of the W-Lg and ExpW-Lg distributions for the first dataset are given in Figure 13. Table 4 and Figure 13 show that the ExpW-Lg distribution is better than the W-Lg distribution for first dataset.



**Figure 13.** Histogram of the dataset and compliance of the distributions to the first data. Then, graphs for ExpW-Lg distribution for the first dataset are given in Figure 14.



**Figure 14.** Graphs for ExpW-Lg distribution of first dataset.

As second application, the fracture toughness data of Alumina ( $Al_2O_3$ ) material is used in the study of Nadarajah and Kotz (2008). The dataset consisting of 119 observations is given below:

**Dataset-2:** 5.5, 5, 4.9, 6.4, 5.1, 5.2, 5.2, 5, 4.7, 4, 4.5, 4.2, 4.1, 4.56, 5.01, 4.7, 3.13, 3.12, 2.68, 2.77, 2.7, 2.36, 4.38,

5.73, 4.35, 6.81, 1.91, 2.66, 2.61, 1.68, 2.04, 2.08, 2.13, 3.8, 3.73, 3.71, 3.28, 3.9, 4, 3.8, 4.1, 3.9, 4.05, 4, 3.95, 4, 4.5, 4.5, 4.2, 4.55, 4.65, 4.1, 4.25, 4.3, 4.5, 4.7, 5.15, 4.3, 4.5, 4.9, 5, 5.35, 5.15, 5.25, 5.8, 5.85, 5.9, 5.75, 6.25, 6.05, 5.9, 3.6, 4.1, 4.5, 5.3, 4.85, 5.3, 5.45, 5.1, 5.3, 5.2, 5.3, 5.25, 4.75, 4.5, 4.2, 4, 4.15, 4.25, 4.3, 3.75, 3.95, 3.51, 4.13, 5.4, 5, 2.1, 4.6, 3.2, 2.5, 4.1, 3.5, 3.2, 3.3, 4.6, 4.3, 4.3, 4.5, 5.5, 4.6, 4.9, 4.3, 3, 3.4, 3.7, 4.4, 4.9, 4.9, 5.

The main statistics of the second dataset are presented in Table 5.

**Table 4.** The main statistics of the second dataset

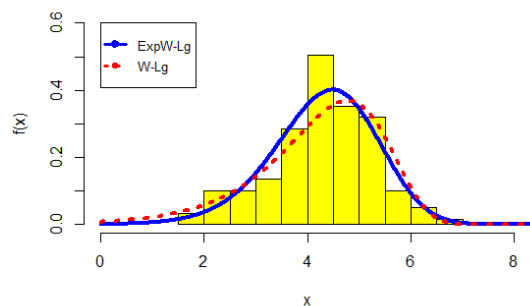
n	Mean	Median	Variance	Min.	Max.
119	4.325	4.380	1.037	1.68	6.81

Parameter estimations and the goodness of fit statistics of the second dataset are given in Table 6.

**Table 5.** Estimated parameters for second dataset

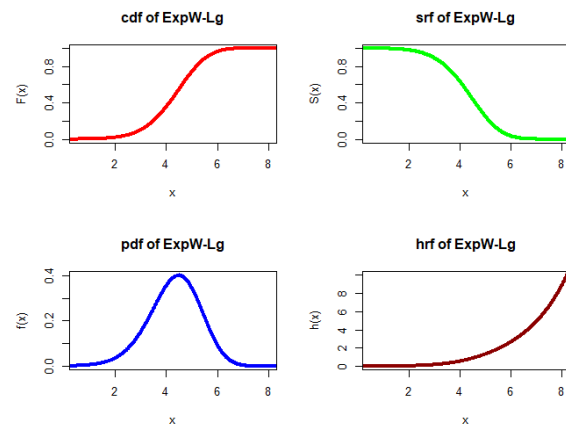
Model	MLE				AIC	CAIC	BIC	A	CvM
	$\alpha$	$\beta$	$\lambda$	$\theta$					
W-Lg	0.008	1.273	0.788	-	351.940	352.149	360.278	0.610	0.100
ExpW-Lg	0.134	1.196	0.494	3.703	345.689	346.040	356.806	0.430	0.067

The histogram and empirical curves of the W-Lg and ExpW-Lg distributions for the second dataset are given in Figure 15. Table 6 and Figure 15 show that ExpW-Lg distribution fits more to the second dataset.



**Figure 15.** Histogram of the dataset and compliance of the distributions to the second data.

Finally, cdf, srf, pdf and hrf plots of the ExpW-Lg distribution of the second dataset are given in Figure 16.



**Figure 16.** Graphs for cdf, srf, density function and hrf for ExpW-Lg distribution for second dataset.

#### 4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

In the study, Exponentiated Weibull-Logistic (ExpW-Lg) distribution is introduced and the statistical properties related to the distribution are given by obtaining the cumulative distribution, probability density, survival and hazard functions of the proposed distribution. After deriving quantile function, skewness and kurtosis, the results show that the distribution is skewed to the left, based on the negative values of skewness. Then, the parameters of the ExpW-Lg distribution are estimated by maximum

likelihood estimation method and the related statistics are given in a simulation study. Two applications of the ExpW-Lg to real datasets shows that the new distribution fits well the datasets more than the W-Lg distribution. It is considered that the proposed distribution can be used in various applications and in different datasets.

## REFERENCES

- Ahmad, Z., Elgarhy, M., Hamedani, G. G. (2018). A new Weibull-X family of distributions: properties, characterizations and applications. *Journal of Statistical Distributions and Applications*, 5(5).
- Alizadeh, M., Rasekhi, M., Haitham M. Y., Hamedani, G. G. (2018). The transmuted Weibull-G family of distributions. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 47(6), 1671-1689.
- Bourguignon, M., Silva, R. B., Cordeiro, G. M. (2014). The Weibull-G family of probability distributions. *Journal of Data Science*, 12, 53-68.
- Bursa, N., Özel, G. (2017). The exponentiated Kumaraswamy-power function distribution. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 46(2), 277-292.
- Cordeiro, G. M., Ortega, E. M. M., Ramires, T. G. (2015). A new generalized Weibull family of distributions: mathematical properties and applications. *Journal of Statistical Distributions and Applications*, 2(13).
- Cordeiro, G. M., Afify, A. Z., Haitham M. Y., Pescim, R. R., Aryal, G. R. (2017). The exponentiated Weibull-H family of distributions: theory and applications. *Mediterranean Journal of Mathematics*, 14(4), 155.
- Elgarhy, M., Shakil, M., Kibria, B.M.G. (2017). Exponentiated Weibull-exponential distribution with applications. *Communications Series A1: Mathematics and Statistics*, 12(2), 710-725.
- Gurvich, M. R., DiBenedetto, A. T., Ranade, S. V. (1997). A new statistical distribution for characterizing the random strength of brittle materials. *Journal of Materials Science*, 32, 2559-2564.
- Hassan, A. S., Elgarhy, M. (2016). A new family of exponentiated Weibull-generated distributions. *International Journal of Mathematics And its Applications*, 4(1), 135-148.
- Hassan, A., Elgarhy, M. (2018). Exponentiated Weibull-Weibull distribution: statistical properties and applications. *Gazi University Journal of Science*, 68 (1), 248-270.
- Johnson, N. L., Kotz, S., Balakrishnan, N. (1995). *Continuous univariate distributions*. Wiley-Interscience, Volume 2, 2nd ed., USA.
- Korkmaz, M. Ç. (2018). Exponentiated Weibull-lomax distribution: properties and estimation. *Journal of Data Science*, 16(2), 277-298.
- Korkmaz, M. Ç. (2019). A new family of the continuous distributions: the extended Weibull-G family. *Communications Series A1: Mathematics and Statistics*, 68(1), 248-270.
- Nadarajah, S., Kotz, S. (2008). strength modeling using Weibull distributions. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 22(7), 1247-1254.
- Nassar, M. M., Radwan, S. S., Elmasry, A. (2017). Transmuted Weibull logistic distribution. *International Journal of Innovative Research & Development*, 6(4), 122-131.
- Smith, R. L., Naylor, J. C. (1987). A comparison of maximum likelihood and Bayesian estimators for the three-parameter Weibull distribution. *Journal of the Royal Statistical Society - Series C (Applied Statistics)*, 36(3), 358-369.
- Tahir, M. H., Zubair, M., Mansoor, M., Cordeiro, G. M., Alizadeh, M., Hamedani, G. G. (2016a). A new Weibull-G family of distributions. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 45(2) 629-647.
- Tahir, M. H., Alizadeh, M., Mansoor, M., Cordeiro, G. M., Zubair, M., A. (2016b). The Weibull-power function distribution with applications. *International Journal of Innovative Research & Development*, 45(1), 245-265.
- Weibull, W. (1951). A statistical distribution function of wide applicability. *Journal of Applied Mechanics*, 18, 293-297.

## Detailed Simulation of Regenerative Braking of BLDC Motor for Electric Vehicles

Hayati Mamur<sup>1\*</sup> , Alper Kağan Candan<sup>1</sup> 

**Abstract:** Reducing the use of fossil fuels is among the targets of the countries. Because they are likely to run out in the future and cause greenhouse gas emissions to the environment. One of the causes of greenhouse gas emissions is fossil fuel vehicles. The fossil-fueled vehicles can be replaced by electric vehicles. Electric vehicles have lower fuel costs due to the high efficiency of electric motors compared to internal combustion engines. The inadequacy in the batteries and the lack of charging stations require these vehicles to be used within certain distances. One of the ways to increase the distance is the regenerative braking of brushless direct current (BLDC) motors, which makes it re-usable when the vehicle is braking. This study presents a detailed simulation of the operation of a BLDC motor both as a motor and as a generator with regenerative braking by using Matlab/Simulink program. According to a simulation scenario, an energy recovery of 0.35% was achieved.

**Keywords:** BLDC motor; electric vehicle, regenerative braking, simulation.

<sup>1</sup>**Address:** Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Orman Fakültesi, Department of Electrical and Electronics Engineering, Manisa.

**\*Corresponding author:** hayati.mamur@cbu.edu.tr

**Citation:** Mamur, H., Candan, A.K. (2020). Detailed Simulation of Regenerative Braking of BLDC Motor for Electric Vehicles. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 63-72.

### 1. INTRODUCTION

Fossil fuels are used to meet the energy demand in transportation. But fossil fuels are harmful to the environment due to greenhouse gas emissions (Solmaz and Çelikten, 2012). They are also exhaustible. Recently, the use of electric vehicles has been encouraged to meet the need for transportation, and the efforts to make more efficient vehicles in this field continue with great acceleration (Hadj et al., 2018; Shaukat et al., 2018).

One of these studies is the regenerative braking used to recover wasted energy when the vehicle is braking (Qiu et al., 2018). This is called energy regeneration. It is used from electric motorcycles to cars (Nadeau et al., 2018). Energy regeneration is to make the wasted energy suitable for reuse. It aims to reduce the loss of energy as much as possible and thus contributes to the increase of energy efficiency. This is accomplished by means of regenerative systems.

The fuel costs of electric vehicles are more reasonable than conventional vehicles because electric motors have higher efficiency than internal combustion engines (Li et al., 2016). However, the received distances are limited due to

the insufficiency of the batteries used in electric vehicles (Pan et al., 2016; Hua et al., 2013). Charging stations for electric vehicles are too few when comparing with fuel stations. The regenerative braking without increasing the size of the batteries that supply the energy source in these vehicles is a system that can increase this distance (Kıvanç et al., 2016; Guo et al., 2009).

The ordinary disc brake system in the vehicles provides deceleration and stopping. During the braking period, the brake pads are wearied and release heat. The released heat disappears in the environment (Ahn et al., 2009). The regenerative braking system produce energy with using motor which is idled during braking time. Energy is recycled the time between starting brake and stopping vehicle.

Due to the fact that the regeneration is applied to the vehicle in motion, firstly, the motor must be driven during the simulations. One of the most common motor types used in electric vehicles is brushless direct current (BLDC) motors (Wu et al., 2005; Geraee et al., 2018). These motors have hall effect sensors and sensorless versions. In the motors with hall effect sensors, the position of the rotor is obtained logically via sensors. The semiconductor elements

that control the phases in the switching circuit using the position information are switched in the appropriate sequence and the BLDC motor starts to move.

Electric motor which rotating own inertia starts working as a generator during braking and back electro-magnetic force (EMF) which is produced by motor becomes dominant. A descending voltage curve is observed for voltage because of motor slowdown in time. This curve is fixed to a value by means of a regulation circuit. The regulated value is increased from the voltage level of the battery to the higher value by a boost converter. Ultimately, it is stored the battery cells.

Studies on energy regeneration and its applicability continue. Cody et al. (2009).carried out regenerative braking on a commercial BLDC motor with independent switching method. Billah et al. (2017) applied mechanically variable load to the motor during regenerative braking. Since the battery they use is multicellular, experiments have been carried out with different voltage levels. Godfrey and Sankaranarayanan (2018) tested the switch times and recycled energy quantities by experimenting single switch, two switch, three switch and plugging switching methods. Maia et al. (2015) performed fuzzy logic modeling for an electric vehicle. Gokce and Ustun (2015) applied regenerative braking with a fuzzy logic controller on electric motorcycles. Chen et al. (2018) successfully implemented regenerative braking which operates independently for a four-wheeled vehicle. Wu et al. (2018) applied regenerative braking with a very detailed analytical study in a hybrid electric vehicle successfully. Geraee et al. (2018) used a regenerative braking of an electric vehicle using an adaptive and a modified torque control.

When these studies are taken into consideration, some of them refer to the analytics of the system and some of them emphasize to the field of application. In this proposed study, a detailed simulation study of the BLDC machine both as a motor and as a generator is given in Matlab/Simulink software in order to better understand the regenerative braking and make simulations.

In the first part of this study, after a general introduction about regenerative braking, in the second part, the materials used during the simulations are mentioned. In the third part, the methods which are planned to be used to reach the aim are explained. The evaluation of the simulation results obtained from the applied methods is also shared in the fourth section. Finally, the results are given.

## 2. MATERIAL

### 2.1. BLDC motor and driver

BLDC motors are DC motors. However, the operating principles are different from ordinary DC motors. Ordinary DC motors consist of two parts called a rotor and a stator. The stator is the fixed part of the field windings. Here, a stationary magnetic having field fixed amplitude is produced. The rotating part of the motor is rotor. The commutation, which is referred to as the direction change of the current that provides the continuity of the rotation,

takes place here that the brushes contact the collector. A constant DC voltage is applied to the stator and rotor.

In BLDC motors, the rotor being moveable part consist of fixed magnets (Rakesh and Narasimham, 2012). There is no brush and collector in the structure. The stator consists of phase windings and silicon steel sheets. A rotary magnetic field is obtained in the stator by switching the phase windings in sequence. Motor movement is ensured by the rotor and the stator interaction.

The BLDC motors can be divided two categories, the inner and the outer rotor. Depending on the usage of electric vehicles, inner and outer selection is made. Depending on their usage in electric vehicles, inner and outer selection is made. According to the back EMF waveform, they are named as trapezoidal or sinusoidal.

Because of the fact that there is no brush in the structure of BLDC motors, there is no heat loss due to friction. They work quieter and have a longer life than conventional DC motors. But they are more expensive. Moreover, control systems are more complex. In this study, a three-phase trapezoidal BLDC motor is used for simulations.

Hall effect sensors are used to know the position of BLDC motors. For switching operation of BLDC motors, the rotor position must be known (Nian et al., 2014). In BLDC motors, the rotor position can be determined with or without sensor (Sindhuja and Ranjitham, 2014). In case of sensorless position determination, the transition of the back EMF formed in the phases through the zero point is determined. The switching sequence is determined accordingly.

Hall effect sensors are positioned to the stator in order to find the rotor position (Elavarasi and SenthilKumar, 2014). Three hall effect sensors are sufficient for a three-phase BLDC motor. These sensors are placed in the stator with angles of  $60^\circ$  or  $120^\circ$  (Karabacak and Uysal, 2017). In this study, the position of the rotor in the BLDC motor is obtained with the help of  $120^\circ$  hall sensors.

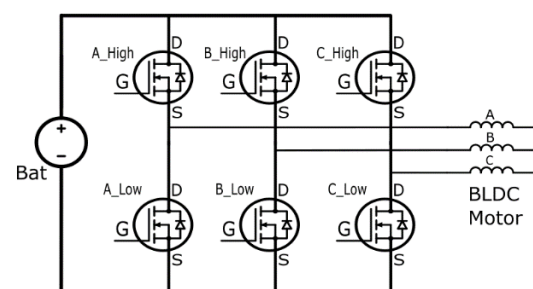
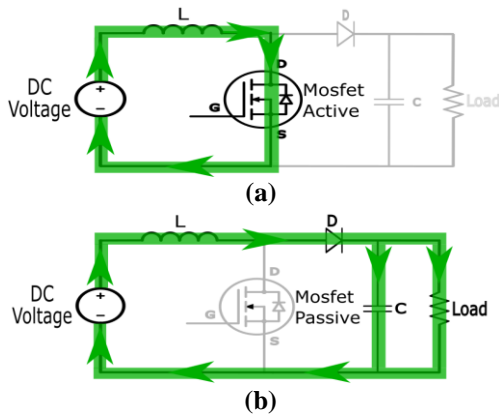


Figure 1. BLDC motor driver structure



**Figure 2.** Boost converter (a) MOSFET on (b) MOSFET off

The inverter is the part that enables the BLDC motor to be driven. It has semiconductor switches. These switches allow fast switching. Two switches are used for each stator phase. Figure 1 shows the inverter circuit used in a three-phase BLDC motor.

Battery is the most important part of electric vehicles. With this, the electrical energy is stored and the energy supply of the whole system is ensured (Suvak and Erşan, 2016). During regenerative braking, it is also the place where the energy produced is stored (Junzhi et al., 2014). To store energy into the battery, it is necessary to apply a higher voltage than its voltage (Cano et al., 2018). Such as these systems with low voltage, booster converters are used to achieve the required voltage level for storing energy.

**2.1. Boost Converter**

A boost converter is used to increase the DC voltage of the BLDC motor during regenerative braking. It has a coil, diode and semiconductor switch called as MOSFET. Figure 2 shows the switching positions of the boost converter structure.

The value of the back EMF induced in the BLDC motor during stopping period is not sufficient to store the battery (Jang et al., 2009; Zhou and Fang, 2013). Because the voltage of the battery is higher than the produced voltage. Therefore, the generated voltage must be increased (Bobba and Rajagopal, 2010; Long et al., 2014). However, the generated voltage is not in the form of an AC and cannot be increased by ordinary transformers. Therefore, a DC-DC boost converter is utilized to amplify the voltage.

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1-D} \tag{1}$$

where,  $V_o$  is the output voltage,  $V_i$  is the input voltage and  $D$  is the duty cycle in which the switch remains on position.

**3. METHOD**

This section describes the BLDC motor simulation studies. The method section is divided into two parts. Firstly, BLDC

motor is simulated and then the simulation of regenerative braking BLDC motor is given.

A general block diagram of the simulated system is shown in Figure 3. The BLDC machine is operated in two modes; the first is as a motor and the second is as a generator. Energy is supplied from a battery when the electric vehicle is moved. In this situation, the electric current flows from the battery to the BLDC motor. In Figure 3, this path is indicated by a red line. In the case of electrical energy storage, in the regenerative braking mode, the electric current flows from the BLDC generator to the battery. This is shown in green in Figure 3.

**3.1. BLDC simulation in Matlab/Simulink**

In this study, it is aimed to drive the BLDC motor firstly. The label values of the defined BLDC motor are 440 W, 48 V, 3000 rpm, 1.4 Nm. Permanent Magnet Synchronous Machine block was used as a BLDC motor in Matlab/Simulink. There are two types of this block. One of them wants torque data, while the other requires angular velocity data. The applied torque or angular velocity data represent the torque or angular velocity value generated on the shaft. In this study, torque data was preferred because of the simulated constant load. The energy of the BLDC motor was thought to be supplied from the battery. A universal switch was used as the switching block for driving the motor. In the universal switch block, MOSFET/Diode was selected as a switch.



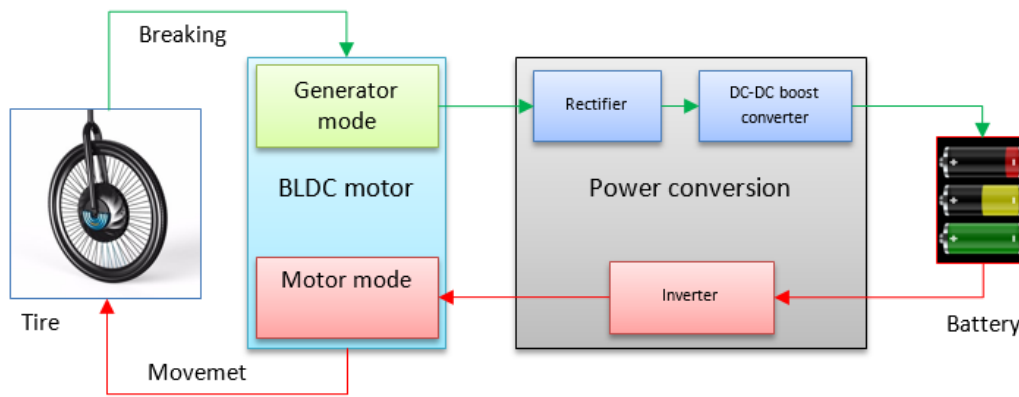


Figure 3. System block diagram

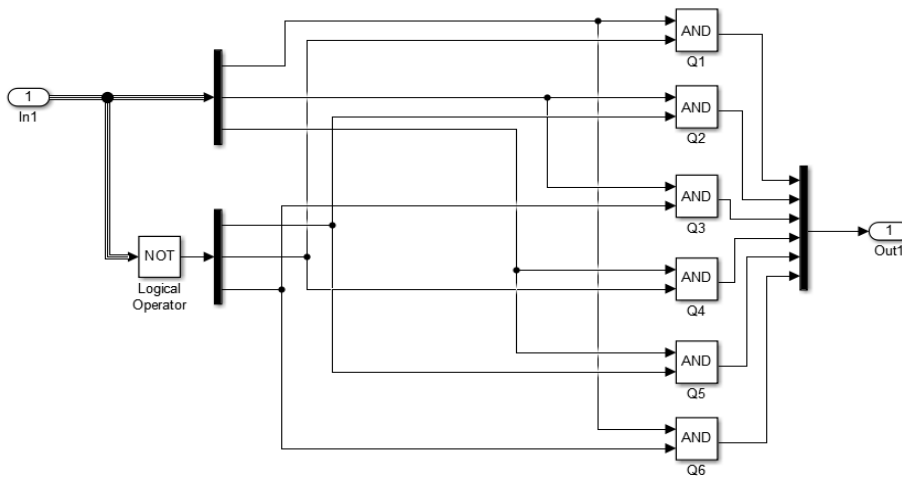
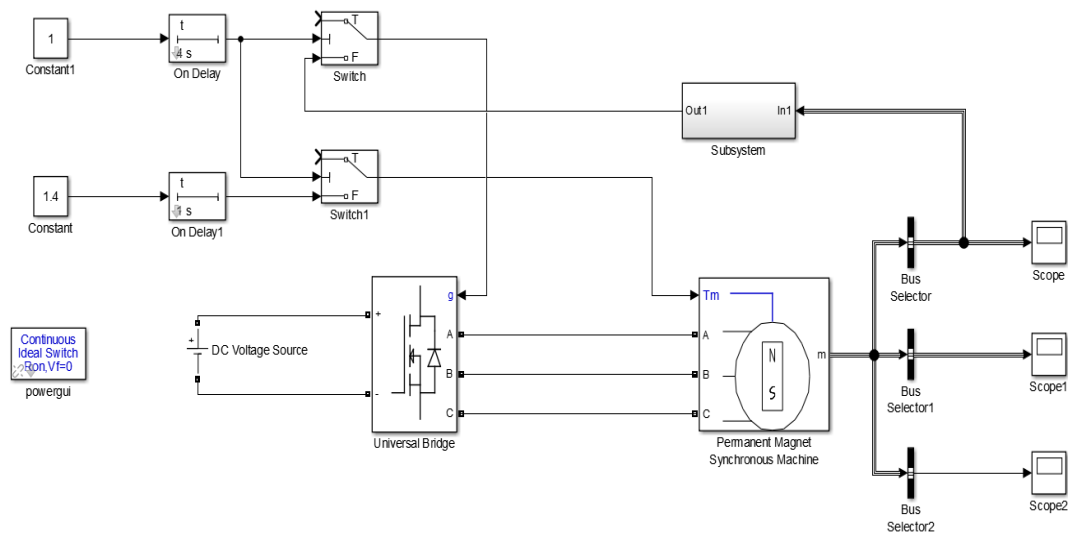


Figure 4. BLDC motor logic circuit for switching

The phases were switched in sequence for the BLDC motor to rotate. In order to determine this sequence, the position of the rotor must be known. The rotor position was determined by taking the hall effect signal from the bus selector block connected to the m-end of the motor block. A three-phase BLDC motor had three hall effect sensors to determine the rotor position. The corresponding MOSFETs were switched according to these data. That was achieved by processing the signals in comparison blocks. The signal was sent to the gate (G) pin of the MOSFETs. The AND blocks given in Figure 4 were used for comparison. According to Figure 4, In1 input was taken from the hall sensor. Out1 output was connected to the switching element MOSFET, namely the universal bridge block. By means of NOT logic operator during operation, it was learned which hall sensor or sensors were passive. In this way, it was provided to obtain the information where the rotor was not. The obtained signals were compared with AND blocks. The six AND blocks found that six different MOSFETs provided a transmission condition. For each rotor position, two of the AND blocks had activated MOSFET.

Simulation was run for ten seconds in the system. For the realization of regenerative braking, the signal sending to the MOSFETs and the torque data sending to the motor were cut in four seconds by means of a circuit after starting the simulation. Since the simulation progressed very slowly, a 1 second delay was added to the torque data that allows the program to accelerate. After that the motor could be stopped by its inertia.



**Figure 5.** Blocks used during BLDC motor drive

The switching block and data acquisition are shown for the BLDC motor in Figure 5. Here, on delay blocks represented on delay timers. The on delay block at the top was set to 4 seconds. In this way, the torque data was supplied to the motor for the first 4 seconds and the switching signal was also applied to the MOSFETs. The pulse signal was sent to the switch blocks in the 4th second. The position of the switch contacts was changed and the data flow was interrupted. The situation allowed that the BLDC motor was energized for the first 4 seconds. After 4 seconds, the run off of power of the BLDC motor caused the decelerating of its speed. It stopped with own inertia. The on delay block here was set to 1 second. The torque data was delayed for 1 second to accelerate the simulation by means of the block.

So far, after the simulation of the operated system in a healthy manner, a battery block was used instead of DC source to incorporate the battery into the simulation. During the simulation, the hall signal, the stator current, the rated speed etc. measurements were made with the help of signal taken from the m-end of the motor and scope blocks. Similarly, values from the battery block were also taken.

### 3.2. Simulation of regenerative braking of BLDC in Matlab/Simulink

After driving the BLDC motor and when a stopping command is given to the motor, the motor will stop after a certain time with own inertia. It will produce back EMF. A regenerative braking will also be activated during this time. The regenerative braking system will induce the back EMF. The back EMF will charge to the battery after increasing the voltage to the battery level. The regenerative braking system will regulate the generated back EMF after it is rectified. First, it will increase the voltage level above the battery voltage level. It will then charge the battery. Therefore, those data from the m-end of the motor block after the BLDC motor stops are very important. The regenerative braking will be carried out with these received data.

The time period between 0-4 was the energized BLDC motor. After 4 seconds time period was the beginning of the time that the motor was stopped by own inertia. In addition, the regenerative braking was performed after that period. When the motor decelerated, voltage was expected to be induced in phases. This voltage must be increased to a higher value than the battery voltage so that the generated energy can be stored in the battery (Long et al., 2014).

First, the back EMF obtained from the BLDC motor was fulfilled useable form during simulations. In Matlab/Simulink software, it was not possible that the back EMF measured at the m-end of the BLDC motor directly connect to the circuit elements such as resistor or coil. However, the signal taken from the bus selector could be connected to the control terminals of the blocks. Hence, these data were connected to the control ends of the controlled-voltage sources.

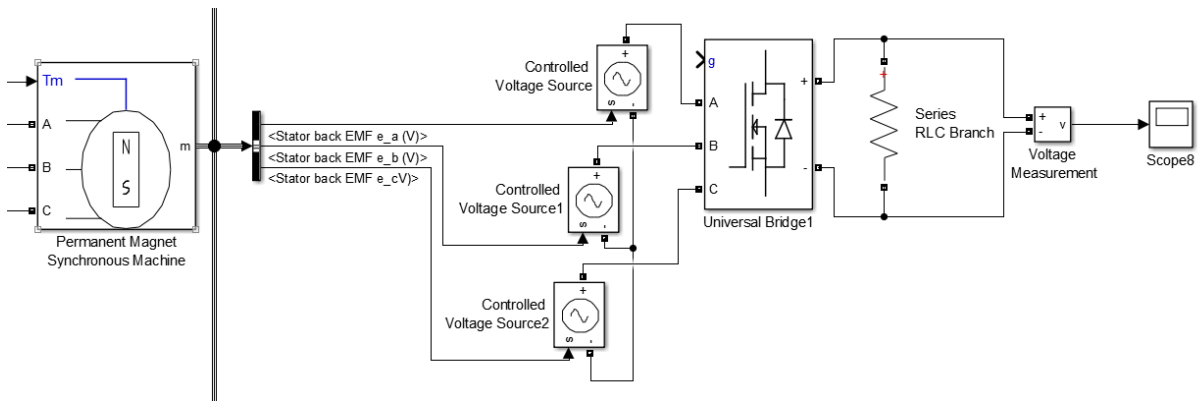


Figure 6. The simulation model of the method of obtaining the back EMF according to the method one

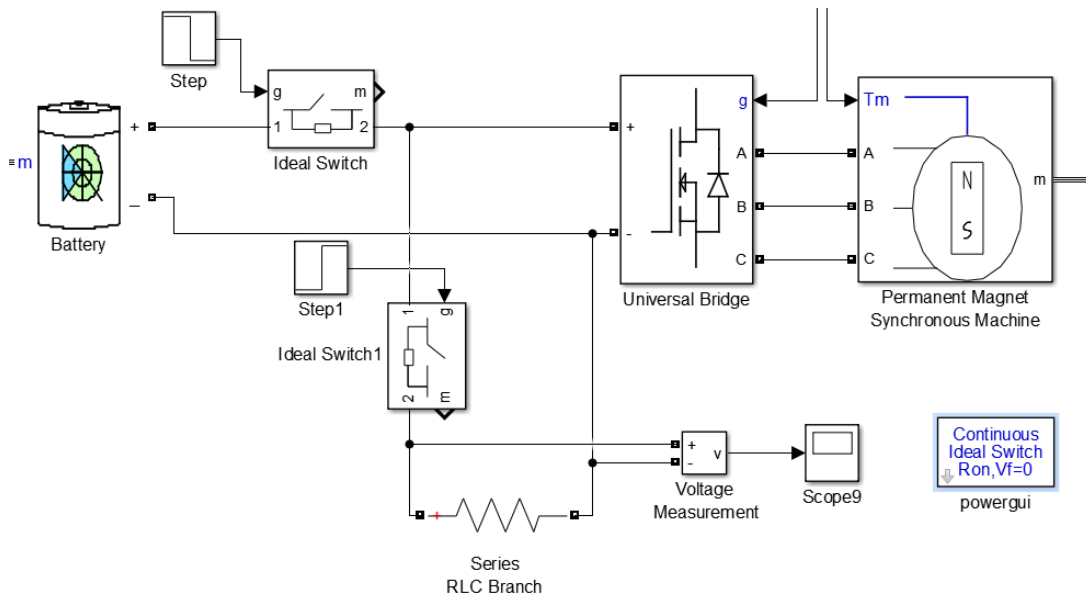


Figure 7. The simulation model of the method of obtaining the back EMF according to the method two

The negative poles of the controlled-voltage sources were short-circuited. The obtained voltage was rectified by the diodes of the MOSFETs. The resistor was put the output of universal bridge block for damping induced voltage. The value of resistor was chosen  $20 \Omega$  which neither too high not quite low. The simulation model of the method of obtaining the back EMF according to the method one is shown in Figure 6.

In another method, the used back EMF was taken from the ends of the MOSFET drive in which the BLDC motor was switched. In this case, the resistance was connected between these two ends. This is shown in Figure 7. The most important difference that distinguishes these two methods was whether the system reacts to this effect or not when the electrical load was changed.

By means of one of these methods, a regulation must be applied to the obtained back EMF before it sent to the battery. However, since there was no zener diode in the Matlab/Simulink software, the setup of the regulation circuit was not carried out here. Instead of that, the back EMF was raised a defined voltage that was over the battery voltage and then it was directly applied to the battery by means of a boost converter. The blocks forming the boost

converter for regenerative braking are given in Figure 8 in detail. The pulse generator block in the boost converter slowed down the simulation as it worked with high frequency. The switch located at the output of the boost converter was activated at 5th second in order to ensure that both the voltage on the capacitors was discharged over the resistor and the measured values were provided parasite-free. The resistance of the line was symbolized by a resistance of  $1 \Omega$ . In addition, the diodes on the boost converter line were included to prevent feedback power.

For determining the consumed, recycled and stored energies in the system, multiplexing and integral blocks were used. By measuring the voltage (V) and current (I) values taken from the battery, the instantaneous power (P) value was found by  $P = V \times I$ . The consumed total energy was calculated by integrating the power by time. The recycled energy was determined by measuring the torque and angular velocity values of the BLDC motor after 4 second. The instantaneous power value was determined with torque (T) and angular velocity (w) values by means of  $P = T \times w$ . The energy value was calculated by integrating this value according to time. The stored energy was found by measuring the current and voltage values from the converter output to the battery. Moreover, the

stored value was calculated by integrating this value according to time. The combined final form of all the

blocks of the designed system is shown in Figure 9.

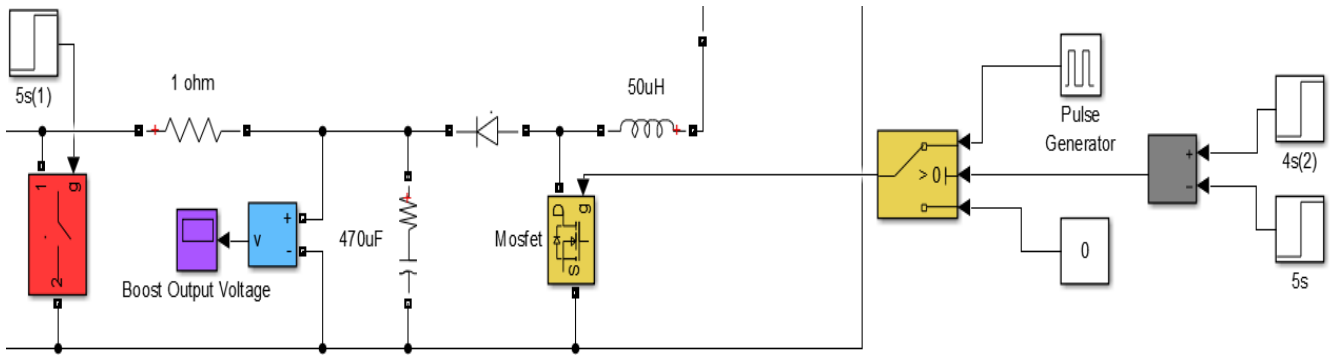


Figure 8. The boost converter for regenerative braking

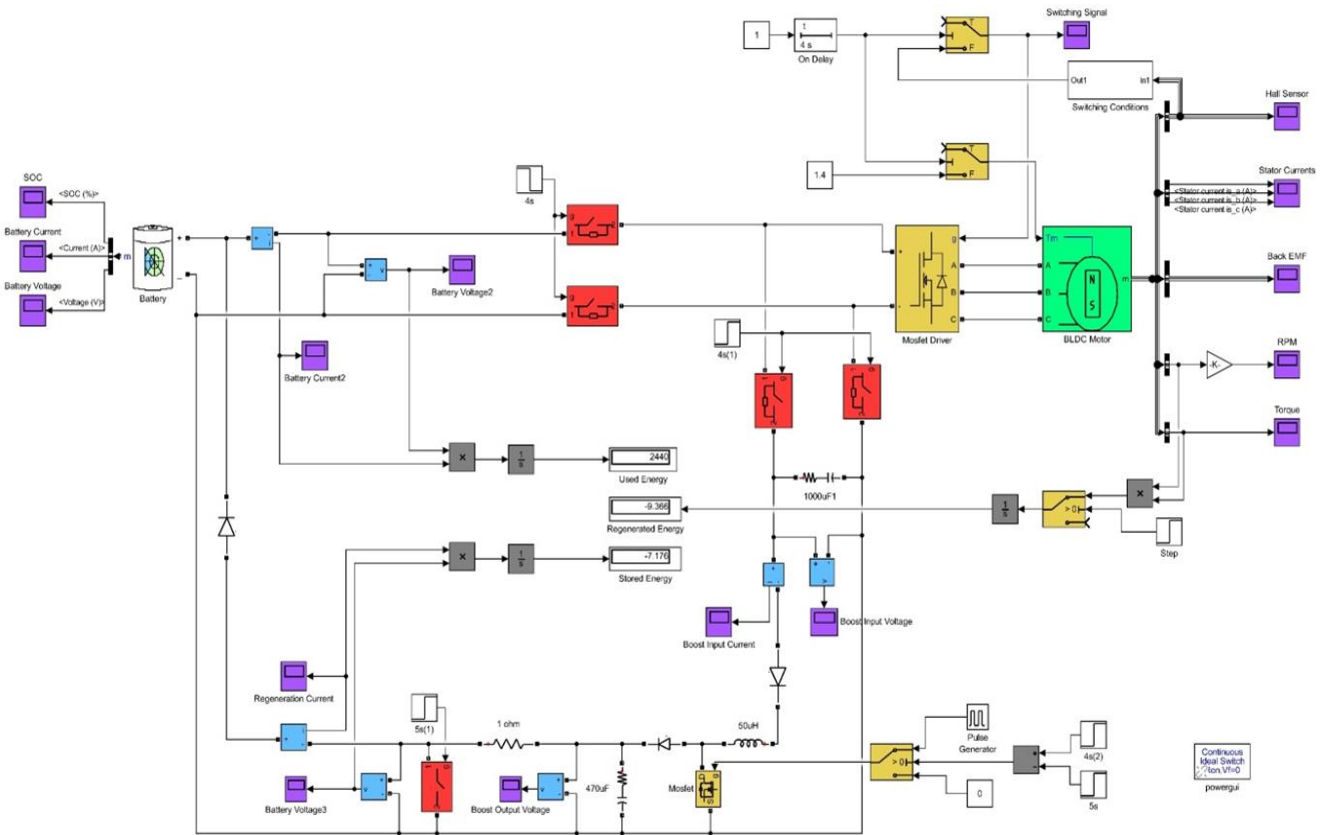


Figure 9. The combined final form of all the blocks of the designed system

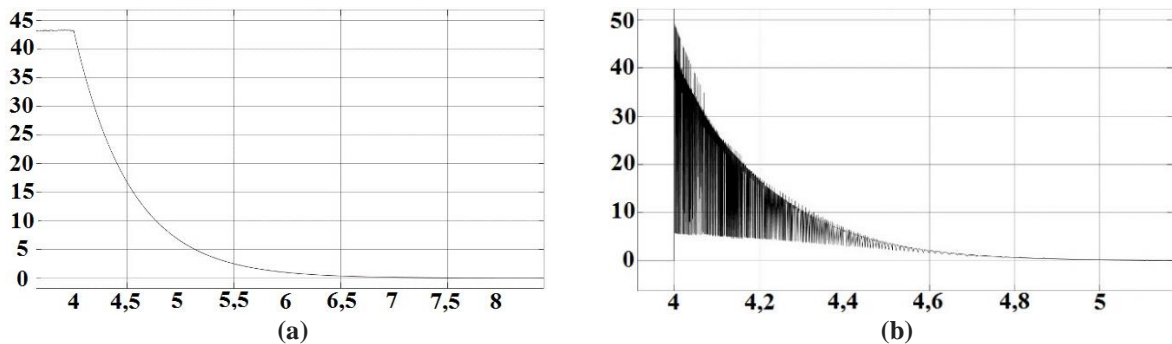


Figure 10. Back EMF obtained from 20 Ω (a) the first and (b) the second methods

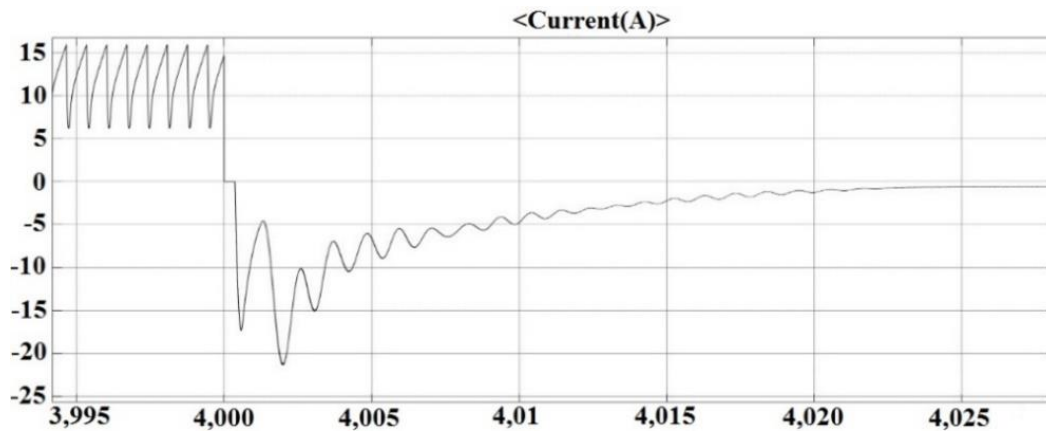


Figure 11. Battery current change

#### 4. RESULTS AND DISCUSSION

The energy of the BLDC motor in Matlab/Simulink was supplied by a battery. The operating voltage and battery voltage of the motor was 48 V. Two methods were specified in the method section in order to obtain the back EMF to be used during regenerative braking. The changes in time of the back EMF obtained from 20  $\Omega$  by means of both the first and the second methods are shown in Figure 10.

Although the established system for the first method worked with the data obtained from the BLDC motor, it was observed that any changes made in this system were not transferred on the BLDC motor since the system and motor were fed by different voltage sources. For example, when the value of the resistor shown in Figure 6 was changed but there was no change in the curve in the back EMF time graph of the BLDC motor. It was seen that the BLDC motor discharged the energy on the different load values at the same time. This was not possible.

The voltage obtained by the second method was worse than the first method. Nevertheless it reacted to the changes in the load. When the resistor value decreased, back EMF was damped in shorter period but it took longer time with the resistor value was chosen higher. Therefore, it was more convenient to use back EMF obtained by the second method. Besides, the back EMF curve having the fluctuations, which is shown in Figure 10b, was eliminated by means of a capacitor. That situation is illustrated in Figure 9.

With the start of the regenerative braking, the back EMF applied to boost converter input was increased to a higher level than the battery voltage. It reached the same level as the battery voltage after a certain period of time. The remaining voltage on the capacitors was discharged by closing the switch at the output of the boost converter in 5th second.

The current-time graph of the battery is demonstrated in Figure 11. In the first 4 seconds, the current direction was from the battery to the BLDC motor. It meant that energy was consumed by the battery and the graph was in the positive region. In the 4th second, the current-time graph

passed to negative zone with beginning of the regenerative braking and the current direction was from the BLDC motor to the battery. It indicated that an energy was generated from the BLDC motor and stored in the battery. Moreover, that region was a regenerative braking zone. The BLDC motor back EMF operated without and with the regenerative braking are shown in Figure 12. When the regenerative braking was applied to the BLDC motor, the battery was fed as a load. Therefore, the back EMF curve in Figure 12b was narrowed in the time axis after 4th second. In the two graphs, it was seen that the measured back EMF had a phase and phase-phase voltages 20 V and 40 V, respectively, in the 4th second when the deceleration begins and the voltages decreased with time.

The simulated system was carried out with the idea that a vehicle would run on the straight way for a certain period of time and then stop it without any braking. The obtained results were according to these conditions. The storage energy in these conditions during the 10 seconds period was successfully observed. Considering that the vehicle went downhill in the real environment, it could be estimated that the recycled energy would be increased. Moreover, the amount of recovered energy would be raised if the brakes are depressed more frequently for the city to be able to stop the vehicles.

When calculating the amount of energy to be recovered by a scenario, the condition of the road is very important. Consider a business in a flat area with heavy traffic and a package service. Due to heavy traffic, the vehicle will stop at regular intervals without sudden braking. Assuming that a vehicle is stopped every 4 seconds, 0.1% energy recovery will be provided according to the information obtained from the simulation study. This ratio increases when the brake is pressed more frequently to a certain level. Ultimately, during the braking process, the energy will be further recycled.

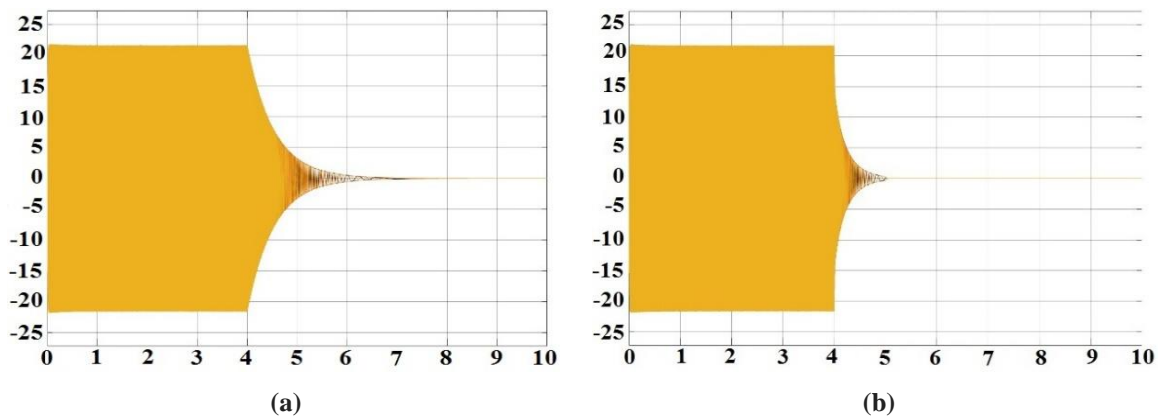


Figure 12. The BLDC motor back EMF operated (a) without and (b) with the regenerative braking

## 5. CONCLUSIONS

In this study, a simulation of regenerative braking of BLDC motor that can be used in electric vehicles was carried out in Matlab/Simulink in detail. For the first 4 seconds of 10 seconds time period, the BLDC motor was powered from the battery. After 4 second, the regenerative braking was applied to the BLDC motor. During the regenerative braking, the BLDC motor was allowed to rotate with own inertia. The generated back EMF value was increased to the upper value of the battery voltage with a boost converter and the battery was charged. As a result of this process, the consumed energy by the BLDC motor was 2446 Ws, the recycled energy was 9.336 Ws and the stored energy in the battery was 8.437 Ws. In other words, 0.38% of the consumed energy in this system with the simulated scenario was recycled and 0.35% of it was stored in the battery for re-use. Regenerative braking can be applied all the electric vehicles. Lots of wasted energy will be recovered with the increasing of electric vehicles in traffic.

## Acknowledgements

This work was supported by Research Project Coordination Unit of The Manisa Celal Bayar University (Project Number: 2019-003). In addition, this paper was published in full text at the conference on International Conference on Science and Technology (ICONST CONFERENCES'19, August 26-30, Prizren, Kosovo).

## REFERENCES

- Ahn, J.K., Jung, K.H., Kim, D.H., Jin, H.B., Kim, H.S., Hwang, S.H., (2009). Analysis of a regenerative braking system for hybrid electric vehicles using an electro-mechanical brake. *International Journal of Automotive Technology*, 10(2), 229-234.
- Billah, S.B., Jakaria, M., Nath, P., (2017). A novel regenerative braking system of BLDC motor for lightweight electric vehicles: An analysis of braking characteristics. 2nd international Conference on Electrical & Electronic Engineering (ICEEE), Rajshahi, 1-4.
- Bobba, P.B., Rajagopal, K.R., (2010). Compact regenerative braking scheme for a PM BLDC motor driven electric two-wheeler. 2010 Joint International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems & 2010 Power India, New Delhi, 1-5.
- Cano, Z.P., Banham, D., Ye, S., Hintennach, A., Lu, J., Fowler, M., Chen, Z., (2018). Batteries and fuel cells for emerging electric vehicle markets. *Nature Energy*, 3(4) 279-289.
- Chen, J., Yu, J., Zhang, K., Ma, Y., (2018). Control of regenerative braking systems for four-wheel-independently-actuated electric vehicles. *Mechatronics*, 50, 394-401.
- Cody, J., Göl, Ö., Nedic, Z., Nafalski, A., Mohtar, A., (2009). Regenerative braking in an electric vehicle. *Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne*, 81, 113-118
- Elavarasi, R., SenthilKumar, P. K., (2014). An FPGA based regenerative braking system of electric vehicle driven by BLDC motor. *Indian Journal of Science and Technology*, 7(S7), 1-5.
- Geraee, S., Mohammadbagherpoor, H., Shafiei, M., Valizadeh, M., Montazeri, F., Feyzi, M.R., (2018). Regenerative braking of electric vehicle using a modified direct torque control and adaptive control theory. *Computers & Electrical Engineering*, 69, 85-97.
- Godfrey, A.J., Sankaranarayanan, V., (2018). A new electric braking system with energy regeneration for a BLDC motor driven electric vehicle. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 21(4), 704-713.
- Gökçe, C., Üstün, Ö., (2015). Elektrikli araçlarda tam elektrikli frenleme için bulanık mantık tabanlı yeni bir yöntemin geliştirilmesi ve uygulaması. *Sakarya University Journal of Science*, 19(3), 339-352.
- Guo, J., Wang, J., Cao, B., (2009). Regenerative braking strategy for electric vehicles. 2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Xi'an, 864-868.
- Hadj, N.B., Abdelmoula, R., Chaieb, M., Neji, R., (2018). Permanent magnet motor efficiency map calculation and small electric vehicle consumption optimization. *Journal of Electrical Systems*, 14(2), 127-147.
- Hua, C.C., Kao, S.J., Fang, Y.H., (2013). Design and implementation of a regenerative braking system for

- electric bicycles with a DSP controller. 2013 1st International Future Energy Electronics Conference (IFEEEC), Tainan, 641-645.
- Junzhi, Z., Yutong, L., Chen, L., Ye, Y., (2014). New regenerative braking control strategy for rear-driven electrified minivans. *Energy Conversion and Management*, 82, 135-145.
- Karabacak, Y., Uysal, A., (2017). Fuzzy logic controlled brushless direct current motor drive design and application for regenerative braking. 2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP), Malatya, 1-7.
- Kivanc, O.C., Ustun, O., Tosun, G., Tuncay, R.N., (2016). On regenerative braking capability of BLDC motor. IECON 2016 - 42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Florence, 1710-1715.
- Li, L., Zhang, Y., Yang, C., Yan, B., Martinez, C.M., (2016). Model predictive control-based efficient energy recovery control strategy for regenerative braking system of hybrid electric bus. *Energy Conversion and Management*, 111, 299-314.
- Long, B., Lim, S., Ryu, J., Chong, K., (2014). Energy-regenerative braking control of electric vehicles using three-phase brushless direct-current motors. *Energies*, 7(1), 99-114.
- Maia, R., Silva, M., Araújo, R., Nunes, U., (2015). Electrical vehicle modeling: A fuzzy logic model for regenerative braking. *Expert Systems with Applications*, 42(22), 8504-8519.
- Nadeau, J., Lebel, F.A., Messier, P., Trovao, J.P., Desrochers, A., (2018). Novel ergonomic regenerative braking system for an electric motorcycle. 2018 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), Chicago, 1-6.
- Nian, X., Peng, F., Zhang, H. (2014). Regenerative braking system of electric vehicle driven by brushless DC motor. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 61(10), 5798-5808.
- Rakesh, M., Narasimham, P.V.R.L., (2012). Different braking techniques employed to a brushless DC motor drive used in locomotives. *International Electrical Engineering Journal*, 3(2), 784-790.
- Rosas-Caro, J.C., Ramírez, J.M., García-Vite, P.M., (2008). Novel DC-DC multilevel boost converter. 2008 IEEE Power Electronics Specialists Conference, Rhodes, 2146-2151.
- Pan, C., Chen, L., Chen, L., Jiang, H., Li, Z., Wang, S., (2016). Research on motor rotational speed measurement in regenerative braking system of electric vehicle. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 66, 829-839.
- Qiu, C., Wang, G., Meng, M., Shen, Y., (2018). A novel control strategy of regenerative braking system for electric vehicles under safety critical driving situations. *Energy*, 149, 329-340.
- Shaukat, N., Khan, B., Ali, S.M., Mehmood, C.A., Khan, J., Farid, U., Majid, M., Anwar, S.M., Jawad, M., Ullah, Z., (2018). A survey on electric vehicle transportation within smart grid system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1329-1349.
- Sindhuja, V., Ranjitham, G., (2014). Regenerative braking system of electric vehicle driven by BLDC motor using neuro fuzzy and PID. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(12), 17847-17854.
- Solmaz, H., Çelikten, İ., (2012). Estimation of number of vehicles and amount of pollutants generated by vehicles in Turkey until 2030. *Gazi University Journal of Science*, 25(2), 495-503.
- Suvak, H., Erşan K., (2016). The simulation of a full electric vehicle using the city cycle. *International Journal of Automotive Engineering and Technologies*, 5(2), 38-46.
- Wu, H.X., Cheng, S.K., Cui, S.M., (2005). A controller of brushless DC motor for electric vehicle. *IEEE Transactions on Magnetics*, 41(1), 509-513.
- Wu, J., Wang, X., Li, L., Du, Y., (2018). Hierarchical control strategy with battery aging consideration for hybrid electric vehicle regenerative braking control. *Energy*, 145, 301-312.
- Yang, M.J., Zhou, H.L., Ma, B.Y., Shyu, K.K., (2009). A cost-effective method of electric brake with energy regeneration for electric vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 56(6), 2203-2212.
- Zhou, X., Fang, J., (2013). Precise braking torque control for attitude control flywheel with small inductance brushless DC motor. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 28(11), 5380-5390.

## ***Glis glis* (Nehring, 1903) (Rodentia: Gliridae) Türünün Kastamonu İlinde Yayılış Gösterdiği Alanların ve Potansiyel Dağılımının Tespit Edilmesi**

Özkan Evcin<sup>1\*</sup> , Büşra Kalleci<sup>1</sup> 

**Özet:** Fındık faresi ailesinin en iri üyesi olan yediuyurlar (*Glis glis*), Rodentia (Kemiriciler) takımına mensup canlılardır. *Glis glis* türünün Anadolu'da *Glis glis orientalis* Nehring (1903) ve Trakya'da *Glis glis pindicus* Ondrias (1966) olmak üzere iki alt türe sahip olduğu bilinmektedir. IUCN Kırmızı Listesinde LC (Asgari Endişe) kategorisinde yer alan *Glis glis* nesli, zaman içinde insanlar, yırtıcılar, yaban hayvanları ve çevresel faktörlerin de etkisiyle azalma riski taşımaktadır. Bu çalışmada Kastamonu'da türün yayılış gösterdiği alanlar doğrudan gözlem yöntemleri ile tespit edilmiş ve türün muhtemel yayılış alanları biyoiklim verileri kullanarak maksimum entropi yaklaşımı ile (MaxEnt) modellenerek haritalandırılmıştır. Modelleme sonucu elde edilen veriler ışığında *Glis glis*'in potansiyel dağılım modelinin oluşmasında katkı sağlayan en önemli biyoiklim değişkenlerinin bio18, bio11, bio1 olduğu, elde edilen habitat uygunluk modelinin AUC değerinin ise 0,861 olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelime:** *Glis glis*, ekolojik modelleme, MaxEnt, yaban hayatı, Kastamonu.

## **Determination of Distribution and Potential Living Areas of *Glis glis* (Nehring, 1903) (Rodentia: Gliridae) in Kastamonu Province**

**Abstract:** The dormouse (*Glis glis*) is the largest member of the dormouse family belonging to the order Rodentia (Rodents). It is known that the *Glis glis* has two subspecies as *Glis glis orientalis* Nehring (1903) in Anatolia and *Glis glis pindicus* Ondrias (1966) in Thrace. *Glis glis* which is in the LC (Least Concern) category in the IUCN Red List, has the risk of declining over time due to the effects of humans, predators, wild animals and environmental factors. In this study, the spreading areas of the species in Kastamonu were determined by direct observation methods and the possible distribution areas of the species were modeled and mapped with the maximum entropy approach (MaxEnt) by using bioclim data. In the light of the data obtained as a result of the modeling, it was seen that the most important bioclimate variables contributing to the formation of the potential distribution model of *Glis glis* were bio18, bio11, bio1. The AUC value of the habitat suitability model was 0.861.

**Keywords:** *Glis glis*, ecological modelling, MaxEnt, wildlife, Kastamonu.

**<sup>1</sup>Address:** Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, 37000, Kastamonu, Türkiye

**\*Corresponding author:** oevcin@kastamonu.edu.tr

**Citation:** Evcin, Ö., Kalleci, B. (2020) *Glis glis* (Nehring, 1903) (Rodentia: Gliridae) türünün Kastamonu İlinde Yayılış Gösterdiği Alanların ve Potansiyel Dağılımının Tespit Edilmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 73-77.



## 1. GİRİŞ

Anadolu'nun farklı coğrafik bölgelere özgü iklim özellikleri taşıması, gerek bitki örtüsü gerekse faunal olarak zengin olmasını sağlamış ve yaban hayatına mensup birçok hayvan türü bu bağlamda kendilerine uygun alanlar bulmuştur (Aydın, 2016). Kemiriciler (Rodentia) bu bağlamda Türkiye'de kendisine uygun alanlar bulan ve uyum sağlayan memeli takımıdır. Bu takım Türkiye'de farklı habitatlarda yayılış gösteren 68 tür ile temsil edilmektedir (Yiğit ve Çolak, 1998; Aydın, 2016). Bu takıma mensup Gliridae familyasından 8 adet tür (*Glis glis*, *Dryomys nitedula*, *D. pictus*, *D. laniger*, *Eliomys melanurus*, *Myomimus roachi*, *Myomimus setzeri*, *Muscardinus avellanarius*) ülkemizde yaşamaktadır (Holden 1993; Nowak 1999; Aydın, 2016).

Fındık faresi ailesinin en iri üyesi olan yediuyur (*Glis glis*), kalın ve gür kürke sahip, kürk özellikleri kısa ve yumuşak, kürk rengi gri / kahverengi olan bir türdür. Gözleri iri ve çevresinde koyu halkalar vardır. Küçük kulaklara ve gri uzun kuyruğa sahiptir. Bacaklarının dış kısmında koyu şeritler mevcuttur. Vücudunun karın kısmı beyaz veya sarımsı renkte olup bu kısımda 4-6 çift meme ucu vardır (Miller, 1912; Storch, 1978).

Ortalama dokuz yıllık yaşam ömrü ve yedi aya ulaşan hibernasyon süresine sahip olan yediuyurlar genellikle gece aktiftir. Kış mevsimini geçirmek ve dondan korunmak için 1-2 metre uzunluğunda, 15-60 cm derinliğinde tüneller kazarlar ve kış mevsimini bu tünellerde geçirirler. Kış uykusuna yatmak için samanlıkları, çürümüş ağaçları, arı kovanlarını veya sincapların eski yuvalarını tercih ederler. Öncelikli yaşam alanlarını yaprak döken ve yüksek oranda meşe palamudu ekimi ile kurulan karışık ormanlar (Jones-Walters ve Corbet 1991; Rossolimo vd., 2001) ile birlikte ot ve çalılıkların yoğun olduğu seyrek ağaçlardan oluşmuş orman kenarları (Gaisler vd., 1977), boylu ağaçlar ile diri örtünün yoğun olduğu (Milazzo vd., 2003) ve sık meşcerelere sahip olan ormanlar oluşturmaktadır (Juškaitis & Šiožnyté, 2008).

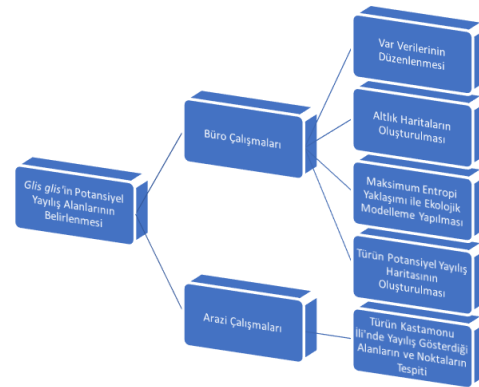
Ağırlıklı olarak omnivor beslenmekle birlikte yediuyurun temel besinlerini fındık, meşe palamudu, taze meyveler (böğürtlen, yaban mersini, üzve, elma), yapraklar, çiçekler, mantarlar, yosunlar (Gigirey ve Rey, 1999), kuş yumurtası ve kemirgen yavruları oluşturmaktadır. Batı Paleartik bölgedeki yaprak döken ormanlık alanlarda, Orta Avrupa'nın ormansızlaşmış bölgelerinde, Moldova, Ukrayna ve Rusya'da orman step bölgelerinde mozaikler halinde (Likhachev, 1972), Danimarka, Fransa ve gelişmemiş ülkelerin Atlantik kıyıları hariç, Batı ve Güneydoğu Avrupa'da yayılış gösterir (Storch, 1978). Türkiye'de Trakya, Bolu, Bursa ve Karadeniz kıyılarında görülür. *Glis glis* türü Anadolu'da *Glis glis orientalis* Nehring (1903) ve Trakya'da *Glis glis pindicus* Ondrias (1966) olmak üzere iki alt türe sahiptir. Wilson & Reeder (2005) bu alt türleri sinonim olarak değerlendirmiştir (Selçuk vd., 2012). Yaşam alanındaki ekolojik faktörlerin iyi olduğu koşullarda hektarda 10 bireye kadar gözlemlenebilmektedir. IUCN Kırmızı Listesinde LC (Asgari Endişe) kategorisinde yer alan *Glis glis* nesli, zaman içinde insanlar, yırtıcı kuşlar, tilkiler, porsuklar ve diğer bütün yırtıcıların etkisiyle azalma riski taşımaktadır.

*Glis glis* IUCN Kırmızı Listesi'nde bulunan haritada (2020) Kastamonu'nun bir bölümünü kapsayan bir alanda yayılış gösterdiği görülmektedir. Bununla beraber Demirsoy (1996) *Glis glis*'in bu bölgede yayılış gösterdiğini eserindeki haritada belirtmiştir. Kastamonu'da bu türün dağılımı ve yayılış alanları ile ilgili bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Yaptığımız bu çalışmada Kastamonu'da türün yayılış gösterdiği alanlar doğrudan gözlem yöntemleri tespit edilmiş ve türün muhtemel yayılış alanları maksimum entropi yaklaşımı ile (MaxEnt) modellenerek haritalandırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini Kastamonu ilinde yayılış gösteren *Glis glis* türüne ait tespit edilmiş bireyler oluşturmaktadır. Çalışmanın yöntemi büro ve arazi çalışmaları olarak ikiye ayrılmaktadır. Arazi çalışmaları türün tespiti ve yayılış alanlarının kayıt altına alınması aşamalarını, büro çalışmaları ise türün yayılış yaptığı muhtemel alanların tespiti amacıyla ekolojik modelleme aşamalarını içermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmanın yönteminde izlenen yolu gösteren çizelge

### 2.1. Arazi Çalışmaları

Tür tespiti için 10x50 odak özelliği olan dürbün kullanılmıştır. Tür fotoları için tele objektif özellikli fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

Tespit edilen türlerin koordinatları GPS yardımıyla tespit edilerek kayıt altına alınmıştır. Toplam 15 noktada tür tespit edilmiştir (Şekil 2, Şekil 3). Tür genellikle bahar ve yaz aylarında gündüz saatlerinde (15:00 – 17:00 aralığında) doğrudan gözlemlenmiştir.



**Şekil 2.** *Glis glis*'in Kastamonu İlinde Yayılış Gösterdiği Noktaları Gösteren Harita



**Şekil 3.** Arazi çalışmaları esnasında görüntülenen *Glis glis* bireyi

## 2.2 Büro Çalışmaları

Veri değerlendirmesi ve modellemeler için maksimum entropi yaklaşımını kullanan java tabanlı MaxEnt 3.4.1 programından faydalanılmıştır. Bu programın kullanılabilmesi için alan ile ilgili ekolojik değişkenlere ait altlık haritaların oluşturulması ve verilerin program tarafından okunabilir ve analize girebileceği biçime getirilmesi gerekmektedir. İklim değişkenlerine ait altlık haritalar için <http://www.worldclim.org> adresinden yararlanılmıştır (Hijmans vd., 2005). Biyoiklim veri paketlerinden Bioclim V2 kullanılmıştır. (Tablo 1).

**Tablo 1.** Biyoiklim Değişkenlerini içeren tablo

bio 1	Yıllık ortalama sıcaklık
bio 2	Gündüz sınıf ortalaması
bio 3	Eş ısı
bio 4	Mevsimsel Sıcaklık
bio 5	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı
bio 6	En soğuk ayın en düşük sıcaklığı
bio 7	Yıllık sıcaklık
bio 8	En nemli ilk üç ayın ortalama sıcaklığı
bio 9	En kurak ilk üç ayın ortalama sıcaklığı
bio 10	En ılık ilk üç ayın ortalama sıcaklığı
bio 11	En soğuk ilk üç ayın ortalama sıcaklığı
bio 12	Yıllık yağış
bio 13	En nemli ayın yağışı
bio 14	En kurak ayın yağışı

bio 15	Mevsimsel yağış
bio 16	En nemli ilk üç ayın yağışı
bio 17	En kuru ilk üç ayın yağışı
bio 18	En ılık ilk üç ayın yağışı
bio 19	En soğuk ilk üç ayın yağışı

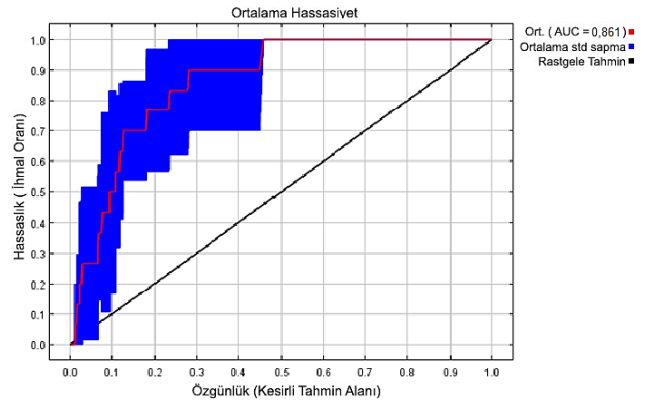
Veriler ArcGIS programı ile GPS'li tasma ile elde edilen verilerin koordinatları bilgisayara kaydedilerek, programın okuyabileceği csv formatına dönüştürülmüştür. Eğitim verisi %70, test verisi %30 ve 10 tekrerr olacak şekilde analiz yapılmıştır. Model başarısını belirlemek için ROC eğrisi AUC değerlerine bakılmıştır. AUC değerleri 1'e yakınsa mükemmel, 0.7'ye yakın ise açıklayıcı, 0.5'e yakın ise bilgi vermeyen model olarak değerlendirilmiştir (Philips vd., 2004; Elith vd., 2006; Mert & Kırac, 2017; Evcin vd., 2019).

**Tablo 2.** Modellemede kullanılan değişkenlerin yüzdelik katkı ve Permütasyon önemini gösteren tablo

Değişken	Yüzdelik Katkı	Permütasyon Önemi
bio18	71,8	67
bio11	19,6	6,5
bio1	3,7	2,9
bio19	1,6	0
bio10	1,3	1,4
bio6	0,9	1,6
bio2	0,3	1,7
bio12	0,3	14,2
bio3	0,3	1,4
bio16	0,1	3,3

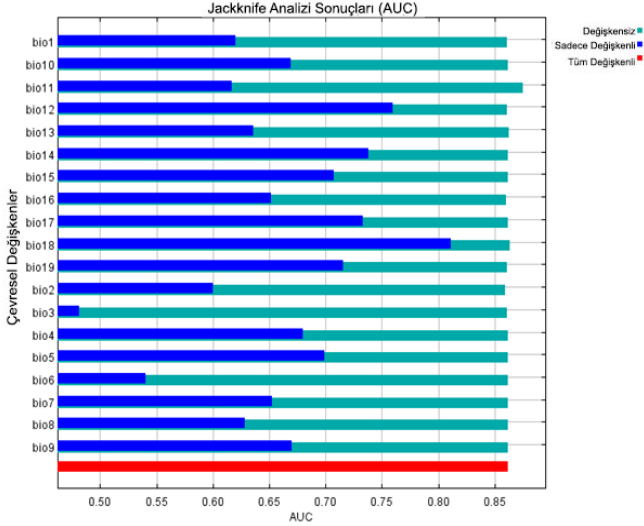
## 3. BULGULAR

MaxEnt 3.4.1 yazılımında *Glis glis*'in var verileri ile 18 biyoiklim değişkenleriyle ilişkileri analiz edilmiştir. Modelleme sonucunda habitat uygunluk modelleri ile birlikte habitat uygunluk haritaları elde edilmiştir (Philips vd., 2004; Oruç vd., 2017). Elde edilen habitat uygunluk modelinin AUC değerinin 0,861 olduğu görülmüştür (Şekil 4).



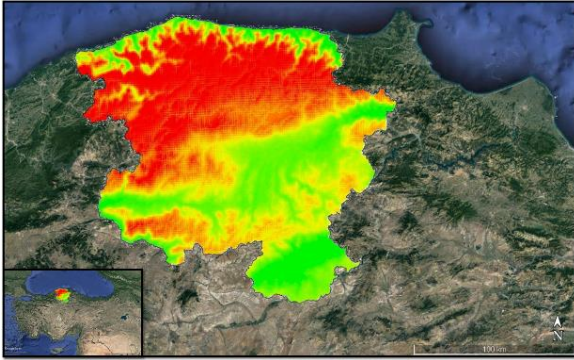
**Şekil 4.** Modellemenin performansını gösteren AUC eğrisini içeren grafik

Modelleme sonucu elde edilen veriler ışığında *Glis glis*'in potansiyel dağılım modelinin oluşmasında katkı sağlayan en önemli biyoiklim değişkenlerinin bio18 (En ılık ilk üç ayın yağışı), bio11 (En soğuk ilk üç ayın ortalama sıcaklığı), bio1 (Yıllık ortalama sıcaklık) olduğu bio19, bio10, bio6, bio2, bio12, bio3, bio16'ın ise diğer değişkenlere göre daha az katkı sağladığı görülmektedir, hiç katkı sağlamayan değişkenler değerlendirilmemiştir (Tablo 2, Şekil 5).



Şekil 5. Jackknife Analizi Sonuçları

Yapılan ekolojik modelleme sonucu Kastamonu ilinde tespit edilen *Glis glis*'in potansiyel dağılım modeli oluşturularak haritalandırılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. *Glis glis*'in Maksimum Entropi Yaklaşımı (MaxEnt) ile Kastamonu İlindeki potansiyel yayılış alanlarını gösteren harita

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Türkiye sahip olduğu biyoçeşitlilik açısından önemli bir konuma sahiptir. Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz olmak üzere üç fitocoğrafik bölge bulundurması, kıtalar arası köprü konumunda ve üç tarafının denizlerle çevrili olması, farklı ekosistem, habitat, iklim ve geçiş zonlarının mevcut olarak bulunması beraberinde tür zenginliğini getirmiştir. Biyoçeşitliliğin bize kazandırdığı olduğu genetik bilgi kaynaklarının korunması ve saklanması hem ülkemiz hem de içinde yaşadığımız dünya için önem arz etmektedir. Ülkemiz bu kapsamda biyoçeşitlilikle ilgili birçok uluslararası antlaşma ve sözleşmelere dahildir.

Ilıman kuşak ülkeleri ile kıyaslandığında, hayvan (fauna) biyolojik çeşitliliğinin ülkemizde oldukça yüksek olduğu bilinmektedir. Yaban hayvanları da memeliler, kuşlar, sürüngenler, kurbağalar ve balıklar gibi omurgalı canlıları kapsamakta olup bu biyolojik çeşitliliğe katkı sağlamaktadır. Yaban hayvanlarının önemli bir bölümünü Memeli (Mammalia) sınıfı oluşturmaktadır. *Glis glis* (Nehring, 1903)' de bu sınıfa dahil olup, Kemiriciler (Rodentia) takımına mensuptur. Türkiye'de 11 familyaya bağlı, 75 tür kemirici bulunmaktadır. Bu takım Türkiye'de farklı habitatlarda yayılış gösteren 68 tür ile temsil edilmektedir.

Yaptığımız modelleme sonucunda en önemli değişkenler bio18 (En ılık ilk üç ayın yağışı), bio11 (En soğuk ilk üç ayın ortalama sıcaklığı), bio1 (Yıllık ortalama sıcaklık) olmuştur. Şüphesiz iklim değişikliği türlerin dağılımını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Kastamonu ili, Karadeniz iklim kuşağında yer alan ve çok sayıda mikroklimatik alana sahip bir ilimizdir. Bu bağlamda yapılan modelleme sonucunda ilgili iklim değişkenlerini bunu doğrular niteliktedir. Gececi olarak bilinen bu türün gündüz saatlerinde gözlenmesi, bulunan yerlerin genellikle kuytu ve türün sığınabileceği alanlarda olması türün yağıştan kaçtığı için saklandığı bölgelerde tespit edilmiş olması ihtimalini akla getirmektedir ve bu nedenle bu değişkenlerin ağırlık kazandığı değerlendirilmektedir.

Buldukları alana çabuk uyum sağlamaları ile de bilinen *Glis glis*'in hektarda 2 ile 22 birey yaşayabileceği (Bieber, 1995) aynı zamanda türün ana yaşam alanının (home range) erkek bireyler için 7 hektara kadar artabileceği (Ściński ve Borowski, 2008) belirtilmiştir.

Tür dağılım modelleme çalışmalarında birçok yöntem kullanılmakta olup Maximum Entropi yaklaşımı bu yöntemlerden biridir. MaxEnt yaklaşımı diğer var verisi ile çalışan yaklaşımlara göre daha az veri kullanarak daha doğru sonuçlar vermesi nedeniyle öne çıkmaktadır (Hernandez vd., 2006 ; Wisz vd., 2008).

Modelleme sonucunda Kastamonu ilinde çok yerde yayılış gösterebildiği ortaya konulan bu türün, koruma ve yaban hayatını planlama aşamasında hem potansiyel yayılış gösterdiği yerlerde hem de hali hazırda tespit edildiği yerlerdeki yaşam alanlarına dikkat edilerek planlama yapılması gerekmektedir.

Ormanların sağlıklı olduğunun göstergelerinden biri de içinde barındırdığı yaban hayatı ile kurulan biyolojik dengedir. Yeduiyurlar da bu doğal dengeyi sağlayan canlılardan biridir. Hayatını ağaçların üzerinde geçiren bu türün, neslinin devam edebilmesi için ekolojik nişini gerçekleştireceği yani gezinebileceği, saklanabileceği, kış uykusuna yatabileceği, beslenip üreyebileceği yerlerin korunması gereklidir. Ekosistemlerin korunmasında doğal dengenin sağlanması ve sürdürülebilirliği önemlidir. IUCN Kırmızı Listesinde LC (Asgari Endişe) kategorisinde yer alan *Glis glis* nesli, zaman içinde insanlar, yırtıcılar, bilinçsiz ve olumsuz koşulların etkisiyle azalma hatta tükenme riski taşımaktadır. Bu gerekçelerle toplum, yeduiyurların habitatı ve korunması hususlarında bilgilendirilmeli ve türlerin tükenme riskine karşı önlemlerin alınması gerekmektedir.

Yapılan çalışmada biyoiklim veri paketleri kullanılmıştır. Bu paketler ekolojik modelleme uygulamaları için aplikasyonu kolay ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre olarak kullanılabilen veri paketleridir. Türün daha fazla yayılış gösterdiği alanların belirlenmesi ve bununla beraber diğer çevresel değişkenlerin kullanılması daha sonra yapılacak olan ekolojik modellemelerin güvenilirliğini arttıracaktır.

Türleri koruma altına almadan önce ilk iş olarak habitat isteklerinin belirlenmesi istenilen sonuca ulaşmada önem arz etmektedir. Yaban hayvanları ile yapılan ekolojik modelleme çalışmaları oldukça azdır bu nedenlerle ekolojik modelleme çalışmalarının ülkemizdeki her tür için yapılması biyoçeşitlilik ve yaban hayatı koruma çalışmalarına öncülük ve altlık oluşumunu sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Aydın, B. (2016). Türkiye'de yayılış gösteren *Dryomys nitedula* (Pallas, 1779) türünün (Rodentia: Gliridae) nükleer gen beta-fibrinojen (BFIBR) ile genetik varyasyonlarının belirlenmesi (Master's thesis, Niğde Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bieber, C. (1995). Dispersal behaviour of the edible dormouse (*Myoxus glis* L.) in a fragmented landscape in central Germany. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 6(1-2).
- Demirsoy, A. (1996). Türkiye Omurgalıları Memeliler. Çevre Bakanlığı, Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, Meteksan AŞ, Ankara, 292.
- Evcin, O., Kucuk, O., Akturk, E. (2019). Habitat suitability model with maximum entropy approach for European roe deer (*Capreolus capreolus*) in the Black Sea Region. *Environ Monit Assess* 191, 669 <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7853-x>
- Gaisler, J., Holas V., Homolka, M. (1997). Ecology and reproduction of Gliridae (Mammalia) in northern Moravia. *Folia Zoologica* 26:213-238
- Gigirey, A., Rey, J. M. (1999). Faecal analysis of the edible dormouse (*Glis glis*) in the northwest Iberian Peninsula. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 64:376—379.
- Holden, M.E., (1993). Family Myoxidae. In *Mammal species of the world, a taxonomic and geographic reference* (ed. D. E. Wilson & D. M. Reeder)", Smithsonian Institution Press, Washington, 763-770.
- Hürner, H., Michaux, J. (2009). Ecology of the edible dormouse (*Glis glis*) in a western edge population in southern Belgium. *Vie et Milieu*, 59(2), 243-250.
- Jones-Walters, L. M., Corbet, G. B. (1991). Genus *Glis*. Pp. 264—267 in *The handbook of British mammals* (G. B. Corbet and S. Harris, eds.). 3rd ed. Blackwell Scientific Publishers, Oxford, United Kingdom.
- Juškaitis, R., Šiožinytė, V. (2008). Habitat requirements of the common dormouse (*Muscardinus avellanarius*) and the fat dormouse (*Glis glis*) in mature mixed forest in Lithuania. *Ekologia (Bratislava)* 27:143—151.
- Kıraç, A. (2017). Isparta- Sütçüler Yöresinde Kertenkele Türlerinin Habitat Uygunluk Haritalaması, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Likhachev, G. I., 1972. The distribution of dormice in the European part of the USSR. *Fauna i Ekologiya Gryzunov* 11:71 —115 (in Russian with English summary).
- Mert, A., Kıraç, A. (2017). Isparta-Sütçüler yöresinde *Anatololacerta danfordi* (Günter, 1876)'nin habitat uygunluk haritalaması. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1(1), 16-22.
- Milazzo, A., Falletta, W., Sarà, M. (2003). Habitat selection of fat dormouse (*Glis glis italicus*) in deciduous woodlands of Sicily. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae, Supplement 1* 49: I 17-124.
- Miller, G. S. (1912). Catalogue of the mammals of Western Europe (Europe exclusive of Russia) in the collection of the British Museum. British Museum (Natural History), London, United Kingdom.
- Nowak, R.M. (1999). *Walker's Mammals of the World*, 6th ed., John Hopkins University Press, Baltimore.
- Oruç, M. S., Mert, A., Özdemir, İ. (2017). Eskişehir Çatacak Yöresinde, çevresel değişkenler kullanılarak Kızılgeyik için (*Cervus elaphus* L.) habitat uygunluğunun modellenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1(2), 135-142.
- Rossolimo, O. L., Potapova, E. G., Pavlinov I. Ya., Kroskop S. V., Voltzit O. V. (2001). Dormice (Myoxidae) of the world. *Archives of the Zoological Museum of the Moscow State University* 42:1 - 232 (in Russian with English abstract).
- Ściński, M., Borowski, Z. (2008). Spatial organization of the fat dormouse (*Glis glis*) in an oak-hornbeam forest during the mating and post-mating season. *Mammalian Biology*, 73(2), 119-127.
- Selçuk, S. E., Çolak, R., Karacan, G. O., Çolak, E. (2012). Population structure of edible dormouse, *Glis glis* (Linnaeus, 1766) in Turkey, inferred from RAPD-PCR. *Acta Zoologica Bulgarica*, 64, 77-83.
- Storch, G. (1978). *Glis glis* (Linnaeus, 1766 Siebenschliifer. Pp. 243—258 in *Handbuch der Säugetiere Europas Bd. 1, Rodentia 1* (J. Niethammer and F. Krapp, eds.). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Germany.
- Wilson D.E., D. M. Reeder (2005). *Mammal Species of the World*. Johns Hopkins University Press.
- Yiğit, N., Çolak, E. (1998). Contribution to the Geographic Distribution of Rodent Species and Ecological Analyses of Their Habitats in Asiatic Turkey", *Turkish Journal of Zoology* 22, 435-446.

## Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Yudum Bıyık<sup>1\*</sup> , Gökhan Civelekoğlu<sup>2</sup> 

**Özet:** Küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarının azaltılması ve bilimsel araştırmaların sonuçlarına göre önleyici tedbirlerin bir an önce alınması gerekmektedir. Bu önlemler Kyoto Protokolü ile sağlanmıştır. Kyoto Protokolü, karbon salınımlarının minimize edilmesi gerektiğini ve ülkelerin karbon salınımlarını hesaplamak için ülkelere emisyon salım kotaları getirmiştir. Bu kotaları aşmamak için sera gazına neden olan emisyonların karbon ayak izi hesabının yapılması ve sera gazı envanterlerinin oluşturulması gerekmektedir. Toplam sera gazı emisyon miktarının birim karbondioksit eşdeğeri cinsinden ifade edilmesi ile karbon ayak izi belirlenmektedir. IPCC kılavuzu karbon ayak izi hesaplamalarında ülkelere yol gösterici olmaktadır. Bu çalışmada, Isparta ilinde karayolu ulaştırma sektöründen kaynaklanan karbon ayak izi hesaplanmıştır. Ulaştırma sektörü nedeniyle açığa çıkan sera gazlarında büyük oranda CO<sub>2</sub> gazı bulunmasından dolayı, özellikle CO<sub>2</sub> emisyon bazlı karbon ayak izi hesabı üzerinde durulmuştur. Emisyon hesaplamalarında IPCC tarafından önerilmiş olan Tier yaklaşımları kullanılarak, Tier 1 ve Tier 2 hesaplama metodolojisi ile Isparta iline kayıtlı karayolu araçlarının 2010-2016 yılları arasındaki karbon ayak izi hesaplamaları yapılmıştır. Tier 1 yaklaşım yöntemi ile hesaplanan 2010-2016 yılları arasında %34'lük bir artış göstermiştir. Tier 2 yöntemi ile hesaplanan karayolu ulaşımından kaynaklı karbon ayak izi hesabı 2010-2016 yılları arasında %43'lük bir artış göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Karbon Ayak İzi, IPCC Metodolojisi, Tier Yöntemi, Ulaştırma

## Calculation of Carbon Footprint Originated from Highways in Isparta Province

**Abstract:** Global warming has become one of the most striking issues in the world over the past decades, and this has led to increased work and research on greenhouse gas emissions, particularly CO<sub>2</sub>. Precautionary measures need to be taken as soon as possible according to the results of scientific research and the reduction of greenhouse gas emissions causing global warming. These measures are provided by the Kyoto Protocol. The Kyoto Protocol has introduced emission reduction quotas to countries to reduce carbon emissions and to calculate countries' carbon emissions. In order not to exceed these quotas, it is necessary to make carbon footprint calculations causing the greenhouse gas emissions and to create the greenhouse inventory. Carbon footprint, defined in the unit of carbon dioxide, is a measure of damage that is caused by human activities in terms of the amount of greenhouse gases produced. The IPCC is guiding countries on this issue. In this study, the carbon footprint originated from the road transportation sector in Isparta province has been calculated. Due to the large amount of CO<sub>2</sub> gas in the greenhouse gases that have been opened due to the transportation sector, especially CO<sub>2</sub> emission-based carbon footprint calculation have been emphasized. Calculations were made according to Tier approaches, which proposed by the IPCC Tier 1 and Tier 2 calculation methods were during emission calculations and carbon footprint was determined between 2010-2016 for road vehicles registered to Isparta. The carbon footprint accounted for by road transportation calculated by Tier 1 approach increased by 34% between 2010-2016. The carbon footprint calculation due to road transportation calculated by Tier 2 method increased by 43% between 2010-2016.

**Keywords:** Carbon Footprint, IPCC Methodology, Tier, Transport

<sup>1</sup>**Address:** Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir/Türkiye

<sup>2</sup>**Address:** Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya/Türkiye

**\*Corresponding author:** [gcivelekoglu@akdeniz.edu.tr](mailto:gcivelekoglu@akdeniz.edu.tr)

**Citation:** Civelekoğlu, G., Bıyık, Y. (2020). Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 78-87.

---

## 1. GİRİŞ

Küresel ısınma başta olmak üzere iklim değişiklikleri, uluslararası toplumun karşılaştığı en önemli sorunlardan biridir. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 5. Raporunda, bu kavram “istatistiki testlerle kanıtlanmış iklimdeki değişimler ya da uzun bir dönem boyunca gözlemlenen değişkenliklerdir. Zaman içindeki insan faaliyetleri ya da doğal değişkenlikle iklimde yaşanan herhangi bir değişimdir” şeklinde tanımlanmıştır (IPCC, 1996a). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)’ne göre ise iklim değişikliği, “doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetleri nedeniyle küresel atmosferin bileşimini değiştiren ve belli dönem içinde gerçekleşen değişkenlikler” şeklinde tanımlanmıştır (IPCC, 1996b). Günümüzde karşılaştığımız iklim değişikliği olgusu daha önce yaşanan değişim süreçlerinden farklı olup, insan kaynaklı faaliyetlerin bir sonucudur. (Akbulut, 2009)

İklim değişikliğine neden olan başlıca sera gazları: karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), nitroz oksit (N<sub>2</sub>O), hidrofolorokarbon (HFC), perflorokarbon (PFC) ve kükürt heksaflorid (SF<sub>6</sub>)’dir. Bu bileşenlerden en önemlisi CO<sub>2</sub> gazıdır ve toplam sera gazı içerisindeki payı %80 civarındadır. Küresel CO<sub>2</sub> salınımının yaklaşık yarısına ABD ve Çin katkıda bulunmakta olup, CO<sub>2</sub> emisyonu dağılımında ilk sırayı sanayi sektörü, ikinci sırayı ise ulaştırma sektörü almaktadır (Kıvılcım, 2013).

### 1.1. İklim değişikliğinin hukuki çerçevesi

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) Küresel İklim Araştırma ve İzleme Projesi kapsamında elde edilen bilimsel kanıtlarla, 1970’li yılların ilk yarısında insan faaliyetlerinin küresel iklim dengesine zarar verdiği belirtilmiştir ve WMO’nun öncülüğünde 1979 yılında Birinci Dünya İklim Konferansı düzenlenmiştir (Kabacıoğlu, 2012). Küresel iklim sisteminin korunması amacıyla ilk ciddi adımın atıldığı bu konferansta, konunun önemi ilk defa dünya ülkelerinin dikkatine sunulmuştur. Bu konferansta, fosil yakıtların enerji kaynağı olarak kullanılmasının ve ormansızlaşmanın devam etmesi halinde atmosferdeki CO<sub>2</sub> birikiminin büyük ölçüde artabileceği ve bu artışın sonucunda da iklimde önemli ve uzun süreli değişikliklerin olabileceği belirtilmiştir (Yamanoğlu, 2006).

Günümüzde, uluslararası iklim politikasına yön veren iki uluslararası anlaşma bulunmaktadır. Bunlardan biri Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), diğeri ise Kyoto Protokolü (KP)’dür. BMİDÇS; iklim değişikliği politikasının uzun dönemli amacını ve bu amaca ulaşmaya yönelik ilke ve prosedürleri belirlemiş, KP ise Sözleşme’nin nihai amacına yönelik somut hedef ve önlemler belirleyerek iklimin korunması yönündeki ilk adımı oluşturmuştur (Karakaya, 2008).

Bu çalışma kapsamında, IPCC tarafından önerilmiş ve Tier yaklaşımlarıyla belirlenmiş olan metodoloji kullanılarak, Isparta ilinde 2010-2016 yılları arasında karayolu kaynaklı karbon ayak izi hesaplanmıştır.

### 1.1.1. Birleşmiş milletler iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi (BMİDÇS)

Rio Konferansı’nın önemli sonuçlarından biri olan BMİDÇS, iklim değişikliği sorununa karşı küresel tepkinin temelini oluşturmak adına büyük bir adım olmuştur. BMİDÇS’ye 21 Mart 1994 yılında 50’den fazla ülke taraf olmuştur. Türkiye için ise bu tarih Mayıs 2004’tür. (Uzunçakmak, 2014). Günümüzde 196 ülkenin taraf olduğu sözleşme geniş bir katılıma ulaşmış olup, çevreyle ilgili uluslararası anlaşmalar içinde en fazla katılımçıya sahiptir (Çetinsoy, 2010). Sözleşmenin amacı, atmosferdeki sera gazı birikimlerini iklim sistemi üzerindeki etkiyi önleyecek bir düzeyde tutmaktır (ÇŞB, 2018a).

### 1.1.2. Hükümetler arası iklim değişikliği paneli (IPCC)

Dünya genelinde çevre bilincinin ortaya çıkması ve çevresel bozulmanın canlı yaşamı üzerinde ciddi tehditler oluşturmaya başladığının anlaşılmasıyla birlikte, özellikle uluslararası alanda önemli adımlar atılmaya başlanmıştır. Kanada’nın Toronto kentinde 1988 yılında düzenlenen “Değişen Atmosfer Konferansı” sonucunda Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Örgütü’nün (WMO) ortak girişimiyle IPCC kurulmuştur (Yanarocak, 2007). İnsan faaliyetlerinin neden olduğu iklim değişikliğinin risklerini değerlendirmek üzere kurulan Panel, uluslararası bir kuruluşur (Atabey, 2013). IPCC kendi bilimsel araştırmalarını yürütmenin aksine yürütülmüş bilimsel çalışmalarını tarayıp, çok kapsamlı bir literatür çalışması yapmakta ve bu çalışmanın sonuçlarını daha anlaşılır şekilde karar vericiler ve kamuoyu ile paylaşmaktadır (Gündoğan, 2016).

### 1.1.2. Kyoto protokolü (KP)

KP, Sözleşme’nin nihai amacına ulaşması için küresel anlamda ilk somut çevre politikası adımıdır. KP, 11 Aralık 1997’de Kyoto’da gerçekleştirilen toplantıda imzaya açılmış ve Protokol olarak kabul edilmiştir (Uzunçakmak, 2014).

Protokol, Sözleşme’nin “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ilkesi” uyarınca, gelişmiş ülkelere bağlayıcı salım azaltım yükümlülükleri getirmiş ve onlara daha ağır bir sorumluluk vermiştir (ÇŞB, 2018b).

Protokolün ana amacı; “atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmaya başarmak” olarak tanımlanmış ve Protokolün uygulamada ne şekilde işleyeceği 1998 yılında Dördüncü Taraflar Konferansı’nda belirlenmiştir (UNFCCC, 2004).

### 1.2. Karbon ayak izi

Karbon ayak izi; birim CO<sub>2</sub> cinsinden ölçülen, üretilen sera gazı miktarı açısından insan faaliyetlerinin çevreye verdiği zararın bir ölçüsüdür. Karbon ayak izi hesaplama adımları 4 aşamadan oluşmaktadır (Atabey, 2013).

İlk adımda amaç belirlenmektedir. Karbon ayak izi hesaplaması ile ulaşılabilecek hedefler de bu aşamada tespit edilmektedir. Sonraki adımda belirlenen hedeflere yönelik sınırlar belirlenmektedir. 3. adımda veriler toplanarak

emisyona faktörleri ile hesaplanmakta ve son adımda elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, karbon ayak izi raporlanmaktadır. Karbon ayak izi rapor içeriklerinin net ve anlaşılır olması büyük önem taşımaktadır (Kocabaş ve Ören, 2018).

### 1.3. Ulaşım sektörü ile ilgili yapılan karbon ayak izi çalışmaları

Ulaşım sektörü ekonomik büyümenin önemli bileşenlerinden biridir ve hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerdeki artan ulaşım talebini karşılamak için hızla büyümektedir. Bu durum giderek artan enerji tüketimi ve sera gazı salınımı açısından birçok ülkede sorun teşkil etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre ulaşım sektörü, elektrik ve ısı üretimi sektörlerinden sonra en fazla karbon ayak izi miktarı üreten sektör olup, bu ayak izinin %70'inden fazlası karayolu ulaşımı kaynaklıdır (Özen ve Tüýdeş, 2013).

Türkiye'de ulaştırma sektörü kaynaklı karbon ayak izi miktarının enerji sektörü içindeki payı %22,2, ulusal toplam emisyondaki payı ise %15'tir. Ulaşım sektöründe yakıt tüketimini etkileyen her türlü uygulamanın karbon ayak izi miktarına ve iklim değişikliğine etkisi olmaktadır (Algedik vd., 2016).

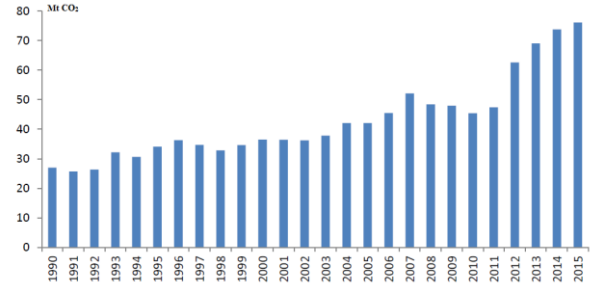
İklim değişikliği ve şehirlerdeki ulaşım sistemi ilişkisine yönelik çalışmalar sonucunda, şehirlerde iklim değişikliğine neden olan karbon ayak izi miktarının büyük kısmının ulaşımın genişliği nedeniyle ortaya çıktığını belirtmiştir. Bu duruma şehirlerde kişisel araç kullanımının fazla olması, fosil yakıt kullanım yoğunluğu ve ticari odak merkezleri olmaları yol açmaktadır. Çalışmaya göre, karbon ayak izi miktarının %75'i şehirlerde oluşmakta ve fosil yakıtların %95'i şehirlerde tüketilmektedir (Mehrotra vd., 2011).

Türkiye'de iklim değişikliği nedenlerini sosyal ve bilimsel açıdan incelenmiştir. Buna göre ulaştırma sektörü toplam enerji tüketiminin %25'ini oluşturduğu rapor edilmiştir. Ulaşım sektörünün iklim değişikliği üzerindeki etkisini en aza indirmek amaçlı yapılabilecekler; yeni taşıt ve motor teknolojileri ile çevreye uyumlu enerji kaynaklarının kullanılması, ulaştırma politikalarının düzenlenmesi, emisyon envanteri oluşturulmasıdır (Soruşbay, 2006).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın iklim değişikliğinin nedenlerini, yapılan küresel toplantı ve sözleşmeleri, Türkiye'nin mevcut durumu ve gelecekte yapılacak planlarını ortaya koyduğu raporda, ulaştırma sektörü için yapılması planlanan çözüm önerileri açıklanmıştır. Buna göre; toplu taşıma araç kullanımının yaygınlaştırılması, yük taşımacılığında demiryolu ve deniz yollarının kullanımına ağırlık verilmesi, şehir ulaştırma strateji ve planlarının hazırlanması, yakıt kalitesinin iyileştirilmesi, araç parkındaki eski taşıtların trafikten çekilmesi ve ortalama araç yaşının düşürülmesi, araçlarda yeni motor teknolojilerinin kullanılmasının karbon ayak izi miktarını azaltacağı öngörüsünde bulunulmuştur (Çalışkan vd., 2017).

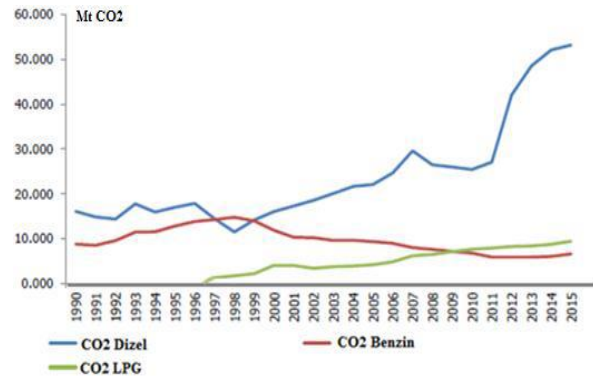
Türkiye'de araç satışları ve buna bağlı olarak karbon ayak izi miktarı hızla artmaktadır. Gelecek yıllarda piyasaya sürülecek yeni araçların mümkün olan en iyi teknolojiye ve

en düşük emisyon seviyelerine sahip olmaları sadece çevre ve sağlığın korunması açısından değil, aynı zamanda ekonomi ve uluslararası rekabet açısından da önem taşımaktadır (Mock, 2016). Türkiye'de ulaşım sektöründen kaynaklı emisyonlar 1990-2015 yılları arasında %181 oranında artmıştır ve sera gazı emisyonları her yıl ortalama olarak %7,5 oranında yükselmektedir. Şekil 1'de Türkiye'deki ulaşım sektöründen kaynaklı karbon ayak izinin 1990-2015 yılları arasındaki değişimi gösterilmiştir (TÜİK, 2015).



Şekil 1. Türkiye'nin ulaşım sektörlerindeki karbon ayak izi değişimi, 1990-2015 (TÜİK, 2015).

Ulaşım sektörü 2015 yılında 75,8 Mt karbon ayak izi değerine ulaşmıştır. Ulaşım sektöründeki karbon ayak izi miktarı (CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak), 1990 yılında %20,9 iken 2015 yılında bu oran %22,6'ya yükselmiştir. 1990-2015 yılları arasında karayolu taşımacılığı diğer ulaşım türlerine göre en çok salınım yapan karbon ayak izi kaynağı olmuştur. Türkiye'de karayolu taşımacılığında yakıt türlerine göre karbon ayak izi dağılımları Şekil 2'de sunulmuştur. Karayolu taşımacılığında 1997 yılına kadar yakıt olarak sadece dizel ve benzin kullanılmıştır. LPG'nin kullanımı 1997 yılında başlamış ve tüketim giderek artmıştır. Ardından benzin tüketimi azalırken, dizel yakıt tüketimi ve LPG tüketimi artmıştır. Küresel ekonomik kriz nedeniyle 2007'den 2010 yılına kadar dizel yakıt tüketimi azalmıştır. Bundan sonraki yıllarda dizel yakıtı tüketiminde dikkate değer bir artış görülmüştür. Ayrıntılı olarak analiz edildiğinde, 2011 yılında 27.035 kt CO<sub>2</sub> değeri, 2015 yılında 53.169 kt CO<sub>2</sub> değerine ulaşmıştır. Dolayısıyla dizel yakıttan kaynaklanan karbon ayak izi miktarında %97'lik bir artış olmuştur (TÜİK, 2015).



Şekil 2. Karayolu taşımacılığında yakıt türlerine göre emisyon dağılımları (TÜİK, 2015).



## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1. IPCC metodolojisi

İnsan kaynaklı sera gazı emisyonlarının sorununun çözülebilmesi amacıyla, 1996 yılında emisyon hedeflerini gerçekleştirmek isteyen sözleşmeye taraf olan ülkelere yardımcı olunabilmesi için IPCC kılavuzu tekrar düzenlenerek oluşturulmuştur (Pekin, 2006). 1996 IPCC kılavuzunun yayınlanmasından bu yana sera gazı emisyonlarının ulaşımdan kaynaklı emisyonlarının tahmini için kullanılan temel metotlar değişmemiştir. Karayolu taşımacılığında kaynaklanan tahmini emisyonlar, yakıt satışı ve araç kilometre sayısı olarak iki bağımsız veri grubuna dayanmaktadır (IPCC, 2006).

### 2.2. IPCC Tier yaklaşımları

2006 IPCC Kılavuzunda fosil yakıt kaynaklı emisyonların tahmininde üç hesaplama yöntemi bulunmaktadır. Tier 1, Tier 2, ve Tier 3 olarak adlandırılan bu yaklaşımlarda Tier seviyesi arttıkça kullanılan veri sayısı ve ayrıntı artmaktadır (IPCC, 2006). Tier 1 metodu genel olarak daha az veri içeren basit bir yöntem iken, Tier 3 metodu ise daha karmaşık olan ve uzmanlık gerektiren bir yöntemdir. Genel olarak Tier 1 ve diğer Tier yöntemleri şeklinde de bir ayrım yapmak da mümkündür.

#### 2.2.1. Tier 1 yaklaşımı

Tüm yakıt kaynaklarından gelen emisyonlar, genellikle ulusal enerji istatistiklerinden elde edilen yakılan yakıt miktarlarına ve ortalama emisyon faktörlerine dayanarak tahmin edildiği için Tier 1 yöntemi temelde “yakıt tüketimini” baz almaktadır, Tier 1 hesap metodunda yanma sonucu ortaya çıkan emisyonlar, tüketilen yakıt miktarı ve yakıt tipine bağlı emisyon faktörü kullanılarak hesaplanmaktadır. Tier 1 adımının formülize hali Denklem 1’de sunulmuştur. Tier 1 yöntemi genellikle yeterli verinin olmadığı durumlarda başvurulmuş bir yöntemdir (IPCC, 2006).

$$\sum Emisyon = \sum Yakıt_{ab} \times EF_{ab} \quad (1)$$

Burada;

Emisyon: Emisyon miktarını (kg), Yakıt: Enerji değeri cinsinden yakıt tüketimini (Tj), EF: Emisyon Faktörünü, a: Yakıt tipini (benzin, dizel, lpg) ve b: sektör faaliyetini (karayolu, denizyolu, havayolu vb.) temsil etmektedir. Hesap yöntemi basamakları şu şekildedir. Adım 1: Tüketilen yakıt miktarı, yakıt tipi ve harcadığı sektör faaliyetlerine göre enerji cinsinden (Tj) hesaplanır. Adım 2: Yakıt tipi ve sektör faaliyetine göre seçilen emisyon faktörü 1. Adımda hesaplanan enerji cinsinden toplam yakıt tüketim değeri ile çarpılarak o gaza ait emisyon miktarı hesaplanır. Adım 3: Tüm yakıt türlerine göre hesaplanan her gazın emisyon değerleri ayrı ayrı toplanarak toplam emisyon miktarına ulaşılır (IPCC, 2006).

#### 2.2.1.1. Karbondioksit emisyonları

Karbondioksit insan faaliyetleri sonucu oluşan en büyük oranlı sera gazıdır. Sanayi devriminden bu yana, sera gazı etkisi gösteren CO<sub>2</sub>'in ısı hapsedmesi %60 oranında artış göstermiştir. CO<sub>2</sub> emisyonunun açığa çıkmasında en büyük

faktör fosil yakıtların yakılması işleminde karbonun oksitlenmesidir (IPCC, 1996c).

Tier 1 yöntemi ile CO<sub>2</sub> emisyonlarının hesabında şu adımlar uygulanmaktadır. 1. adımda her sektörün yakıt tüketim değerleri belirlenir. 2. adımda yakıt tüketim değerinin enerji içeriği bulunur. Bu adımda, yakıt tüketim değerlerini IPCC Kılavuzunda verilen dönüşüm faktörleri (net kalorifik değerler) ile çarparak, yakıt türünün enerji içeriği bulunur. IPCC Kılavuzunda belirtilen ve bu çalışmanın emisyon hesaplamalarında kullanılan yakıtların net kalorifik değerleri Tablo 1’de gösterilmektedir (IPCC; 1996a, 1996b, 1996c).

**Tablo 1.** Yakıtların net kalori değerleri (dönüşüm faktörleri) (IPCC, 2006)

Yakıt Türü	Net Kalorifik değerler (TJ/kt)
Benzin	44,3
Dizel	43
LPG	47,3

Bu adımın formülize hali Denklem 2’de sunulmuştur.

$$Enerji Tüketimi [TJ] = Yakıt Tüketimi [t] \times 10^{-3} \times \text{Dönüşüm Faktörü} \left[ \frac{TJ}{kt} \right] \quad (2)$$

3. adımda her yakıt grubu için uygun karbon emisyon faktörleri seçilir ve bu değer kullanılarak yakıtın içeriğindeki toplam karbon miktarı bulunur. Söz konusu faktörler Tablo 2’de gösterilmektedir.

**Tablo 2.** Karbon emisyon faktörleri (CEF) (IPCC, 2006)

Yakıt Türü	Karbon Emisyon Faktörleri (CEF) (tC/TJ)
Benzin	18,9
Dizel	20,2
LPG	17,2

Her bir yakıt türü için IPCC kılavuzunda belirlenmiş olan karbon emisyon faktörleri (CEF) seçildikten sonra ve bu değer daha önce bulunan enerji tüketim değeri ile çarpılarak söz konusu yakıtın içeriğindeki toplam karbon miktarı bulunur. Ton karbon (tC) cinsinden bulunan emisyon değeri 1000’e bölünerek Gg birimine geçilir (Pekin, 2006).

4. adımda yanma sırasında oksitlenmeyen karbon miktarı bulunur ve böylece tamamen yanmaya katılan karbon değerine ulaşılır. Ulaştırma sektörü hesabında kullanılan yakıtlar sıvı yakıtlar olduğu için buradaki kayıp çok azdır (Pekin, 2006). IPCC tarafından önerilen değerler, petrol ürünlerinin %1’lik bir kayıpla yani 0,99 oranında oksitlendiği, gaz halindeki yakıtların ise 0,995 oranında oksitlendiğini belirtmektedir. Üçüncü adımda hesaplanan toplam karbon miktarı “karbon oksitlenme oranı” ile çarpılarak tamamen yanmaya katılan karbon değerine ulaşılır (Denklem 3). Böylece gerçek karbon emisyon miktarı bulunmuş olur (Pekin, 2006).

$$C \text{ Emisyonu} [Gg C] = C \text{ İçeriği} [Gg C] \times C \text{ Oksitlenme Oranı} \quad (3)$$

Son aşamada ise, oksitlenmiş olan karbon değerini (gerçek karbon emisyon değeri) CO<sub>2</sub> değerine dönüştürmek gereklidir. Bunun için CO<sub>2</sub>'in molekül ağırlığının karbonun molekül ağırlığına oranı (44/12) ile bir önceki adımda bulunan karbon emisyon değeri çarpılır (Denklem 4). Bu son aşamada bulunan değer yakıtın yanması sonucu ortaya çıkan gerçek CO<sub>2</sub> emisyonu miktarıdır (IPCC, 1996c; IPCC, 1996a).

$$CO_2 [Gg CO_2] = C Emisyonu[Gg C] \times \left(\frac{44}{12}\right) \quad (4)$$

### 2.2.2. Detaylı Tier yaklaşımları

Tier 2 hesaplama yönteminde, yakıt tüketimi yerine taşıtın yapmış olduğu yol miktarı hesaba katılmaktadır. Tier 1 yöntemine göre daha ayrıntılı bir hesap yöntemi olan Tier 2 yöntemi, daha fazla veri gereksinimine karşın özellikle CO<sub>2</sub> dışındaki gazların emisyonlarında daha sağlıklı sonuçlar vermektedir (IPCC, 2006).

Tier 2 hesaplama yönteminde yanma sonucu ortaya çıkan emisyonlar, Tier 1 yönteminde olduğu gibi benzer yakıt istatistiklerinden hesaplanmaktadır. Ancak, Tier 1 yönteminde varsayılan emisyon faktörleri yerine Tier 2 hesaplama yönteminde ülkeye özgü emisyon faktörleri farklı türlerde kullanılmaktadır. Faktör değerleri yakıtların karbon içerikleri hakkında ayrıntılı verilerden üretildiği için Tier 2 hesaplama yöntemi bir ülkede uygulanan yanma teknolojileri hakkında daha ayrıntılı bilgi edinmeyi sağlamaktadır.

Tier 1 yöntemini Tier 2 yönteminden ayıran temel fark, yakıtın kullanıldığı yanma teknolojisi hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirmeden, elde edilen yakıt tüketim veya dağıtım değerlerinin kullanılmasıdır. Genel olarak Tier 2 yaklaşımıyla uygun emisyon faktörleri kullanılabilir şekilde yakıt tüketim gruplarını ayırmak amaçlanmaktadır (Atabey, 2013). Tier 2 yaklaşımında emisyon faktörleri, ülkeye göre farklılık gösterebilecek yakıt türleri, taşıtın emisyon kontrol teknolojisi, sektör faaliyeti gibi özelliklere göre daha spesifik olarak seçilmektedir (IPCC, 2006) Genel emisyon hesap modeli Denklem 5'de gösterilmektedir.

$$\sum Emisyon = \sum [Aktivite_{abc} \times EF_{abc}] \dots \quad (5)$$

Burada; Emisyon Emisyon miktarını (g), Aktivite Tüketilen enerji miktarı veya verilen mobil kaynağın kat ettiği yol uzunluğunu (km), EF: Emisyon faktörünü (g/km), a Yakıt tipini (dizel, benzin, LPG vb.), b: Araç tipini (özel otomobil, hafif dizel, ağır dizel vb.), c: Emisyon kontrol özelliklerini (kontROLSÜZ, 15.04, Euro I, Euro III vb.) temsil etmektedir.

Tier 2 yaklaşımının hesaplama yöntemi 5 adımdan oluşmaktadır. 1. adımda taşıtlar türlerine göre ayrılarak kullandıkları yakıt türü ve emisyon kontrol teknolojilerine göre sınıflandırılır. 2. adımda taşıtın tipi, kullandığı yakıt türü, emisyon kontrol teknolojisi ve hesaplanacak emisyon gazına göre emisyon faktörü belirlenir. 3. adımda taşıt aktivitesi km olarak belirlenir. 4. adımda taşıt sayısı, yaptığı km ve emisyon faktörü çarpılarak o gaza ait emisyon miktarı bulunur. 5. adımda ise belirtilen kriterlere göre sınıflandırılan taşıtlardan kaynaklı, aynı gaza ait diğer veriler toplanarak, o gazın toplam emisyon değeri hesaplanır.

## 3. BULGULAR

Bu çalışmada detaylı olarak anlatılan IPCC metodolojisine göre, Isparta iline kayıtlı araçların yakıt durumu verileri ve Isparta iline kayıtlı araç sayıları verilerinden faydalanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Karayollarından kaynaklanan emisyonların detaylı metot ile hesaplanmasında kullanılan veriler resmi kurumlardan temin edilmiştir. Isparta ilinde 2010-2016 yılları arasında karayolu araçlarından kaynaklı emisyonlar, karbon ayak izi bazında karakterize edilerek, Tier 1 ve Tier 2 seviyesinde hesaplamalar yapılmıştır.

### 3.1. Tier I yaklaşımı ile CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplanması

İlk aşamada Isparta'nın tüm ulaştırma sektörlerindeki yakıt tüketim değerleri belirlenmiştir. Yakıt tüketim değerleri Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu dokümanlarından alınmıştır (Tablo 3) (EPDK, 2018).

**Tablo 3.**Isparta ilinde 2010-2016 yılları arasında karayolu taşıtlarının yakıt kullanımı (EPDK, 2018).

YIL	KARAYOLU (TON)		Yıllık Yakıt Tüketimleri
	Benzin	Dizel	LPG
2010	10145	72463	31194
2011	9892	78882	31428
2012	10521	86401	30464
2013	10890	90546	29205
2014	10938	91515	28209
2015	12351	111315	30248
2016	12637	108019	31282

IPCC Metodolojisine göre hesaplama adımları izlenmiştir. Yapılan hesaplama ile 2016 yılında, karayollarında tüketilen 12637 L benzinin 38,40 Gg CO<sub>2</sub> emisyonu oluşturduğu hesaplanmıştır. Tablo 4'de Isparta ili 2016 yılına ait karayolu sektörünün CO<sub>2</sub> emisyon hesabı görülmektedir. Kalan yılların hesabı da aynı yöntemle yapılmış olup Tablo 5'de belirtilmiştir.

### 3.2. Tier 2 yöntemi ile CO<sub>2</sub> emisyon hesabı

Bu çalışmada Isparta ili karayolu araçları için Tier 2 seviyesinde CO<sub>2</sub> emisyonu hesaplanmıştır. Karayollarından kaynaklanan emisyonların detaylı metot ile hesaplanmasında gerekli olan veriler, TÜİK ve EPDK verilerinden elde edilmiştir. Isparta ilinde kayıtlı araç sayısı (TÜİK, 2018) ve Isparta ilinde kayıtlı araçların yıllık yakıt tüketimleri belirlendikten sonra bir diğer Tier hesaplama aşaması olan Tier 2 hesaplama yöntemi ile hesaplamalar yapılmıştır. CO<sub>2</sub> emisyonları yakıt tüketim miktarlarına ve yakıtın karbon içeriğine bağlı olarak belirlenmiştir.

Araçların 100 km'deki yakıt tüketim değerlerine ulaşıldıktan sonra her taşıt grubunun bir yılda kat ettiği mesafe belirlenmiştir. Bu değer için kesin bir kaynak bulunmadığından Türkiye'deki toplam yakıt tüketim değerleri ile bir yakıt dengesi sağlayacak şekilde, 100 km'deki ortalama yakıt tüketimleri ve araç sayısı verileri yardımıyla araçların yıllık menzilleri ortalama olarak elde edilmiştir. Tablo 6'da Isparta iline kayıtlı araçların bir yılda kat ettiği ortalama yıllık menzil değerleri sunulmuştur.

**Tablo 4.** Isparta ili Tier 1 yöntemine göre 2016 yılı karayolu sektörü CO<sub>2</sub> emisyonu hesabı

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Yakıt tüketimi	Dönüşüm Faktörü	Enerji Tüketimi	Karbon Emisyonu Faktörü	Karbon içeriği	Karbon İçeriği	Oksitlenen Karbon Yüzdesi	Gerçek Karbon Emisyonu	Gerçek CO <sub>2</sub> Emisyonu
(lt)	(TJ/kt)	(TJ)	(tC/TJ)	(tC)	(Gg C)	%	(Gg C)	(Gg CO <sub>2</sub> )
		$C=AxB \times 10^{-3}$		$E=CxD$	$F=Ex \times 10^{-3}$		$H=GxF$	$I=[Hx(44/12)]$
12637	44,3	560	18,9	10581	11	0,99	10	38
108019	43	4645	20,2	93825	94	0,99	93	341
31282	47,3	1480	17,2	25450	25	0,995	25	93
					Toplam Ulaştırma Emisyonu			472

**Tablo 5.** Tier 1 yöntemine göre hesaplanan yakıtların toplam CO<sub>2</sub> emisyon değerleri

YIL	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TOPLAM	351,9	372,06	394,82	405,28	405,52	478,3	471,84

**Tablo 6.** Isparta'daki araçların ortalama yıllık menzilleri (km)

YIL	OTOMOBİL			MİNİBÜS	OTOBÜS	KAMYONET	KAMYON	MOTOSİKLET
	BENZİN	DİZEL	LPG	DİZEL	DİZEL	DİZEL	DİZEL	BENZİN
2010	9191	243905	16274	383815	237460	51870	66524	10006
2011	9517	199041	15002	403907	249659	52610	74850	9337
2012	10448	180112	13549	425645	263204	53501	80095	9531
2013	10898	153430	12198	447478	271469	52591	84906	9926
2014	11015	130742	11228	459544	267722	49935	85093	9764
2015	12083	136234	11503	536049	315672	56254	100958	10765
2016	11653	113980	11510	496533	291778	51254	95722	10911

Bu temel veriler elde edildikten sonra Tier 2 hesaplama yöntemi ile CO<sub>2</sub> emisyonu hesabı yapılmıştır. Örnek olarak 2016 yılında benzinli otomobillerden kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonunun IPCC metodolojisinde anlatılan formüller kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Kalan yılların emisyon değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

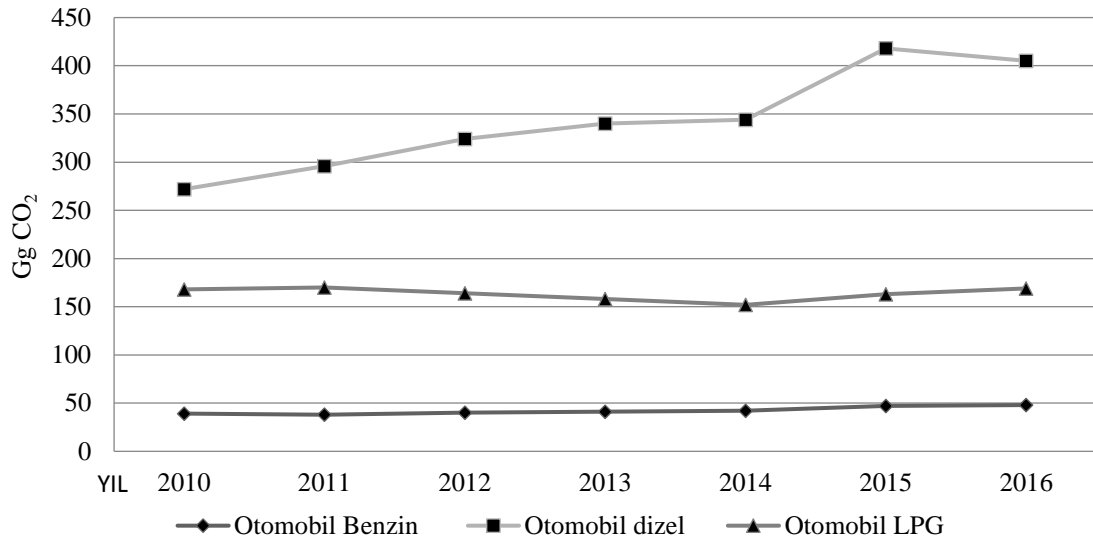
Otomobil benzin Yakıt Tüketimi<sub>2016</sub> = 15796 t  
Dönüşüm Faktörü = 44,30 TJ/kt  
Enerji Tüketimi = 15796 x 44,30 x 10<sup>-3</sup> = 700 TJ  
Benzinin Karbon Emisyon Faktörü = 18,9 t C/TJ  
Karbon İçeriği = 700 x 18,9 = 13226 t C  
Karbon İçeriği = 13226 x 10<sup>-3</sup> = 13 Gg C  
Benzinin Karbon Oksitlenme Oranı = 0,99  
Gerçek Karbon Emisyonu = 13 x 0,99 = 13,09 Gg C  
Karbondiyoksit Emisyonu = 13,09 x 44/12 = 48 Gg CO<sub>2</sub>

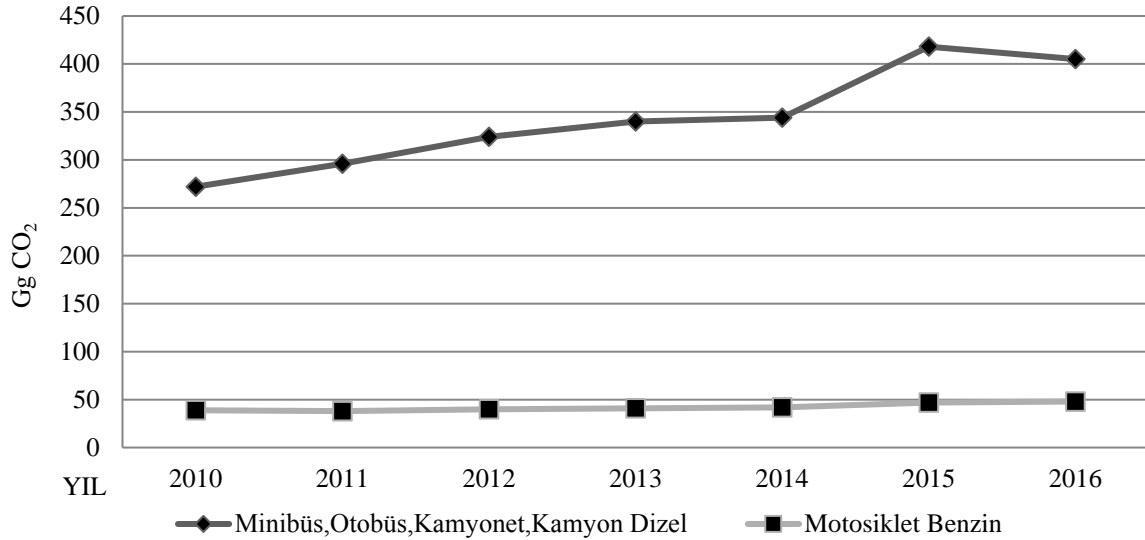
**Tablo 7.** Tier 2 yöntemi ile CO<sub>2</sub> hesabı

YIL	OTOMOBİL			MİNİBÜS	OTOBÜS	KAMYONET	KAMYON	MOTOSİKLET	Toplam
	BENZİN	DİZEL	LPG	DİZEL	DİZEL	DİZEL	DİZEL	BENZİN	
2010	39	272	168	272	272	272	272	39	1605
2011	38	296	170	296	296	296	296	38	1725
2012	40	324	164	324	324	324	324	40	1866
2013	41	340	158	340	340	340	340	41	1940
2014	42	344	152	344	344	344	344	42	1953
2015	47	418	163	418	418	418	418	47	2346
2016	48	405	169	405	405	405	405	48	2292

Tier 2 yöntemi ile hesaplanan Isparta ilinin otomobillerden kaynaklı emisyon değerlerinin 2010-2016 yılları arası değişim grafiği Şekil 3’de gösterilmiştir. Tier 2 yöntemine göre ticari araçlardan (dizel) ve motosikletten (benzin) kaynaklı emisyon değerlerinin 2010-2016 yılları arası değişim grafiği Şekil 4’de gösterilmiştir. Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında dizel, LPG ve benzinli araçlar arasında son yıllarda en çok tercih edilen akaryakıt türü dizel ve LPG’li araçlar olduğu anlaşılmaktadır. 2010-2016 yılları arasında dizel araçlardan kaynaklı emisyon değerleri her geçen yıl artış göstermiştir. Ancak son yıllarda artan motor

teknolojisi ile birlikte dizel araçların emisyon değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Benzinli araçlardan kaynaklı emisyon değerleri değişiminde çok büyük bir artış gözlenmemiştir. Bunun sebebi benzinli otomobillerin son yıllarda akaryakıt tüketimi çok fazla olduğu için araç kullanıcıları tarafından daha az tercih ediliyor olmasıdır. Tier 1 yönteminde araç tipi ve emisyon kontrol özelliklerine bağlı bir hesap adımı bulunmadığı için Tablo 3’de sunulan veriler Tier 1 yöntemi sonuçları ile karşılaştırılabilir nitelikte değildir.

**Şekil 3.** Isparta ilinde Tier 2 yöntemine göre otomobillerin 2010-2016 yılları arasında hesaplanan CO<sub>2</sub> emisyon eğilimi değerleri



Şekil 4. Isparta ilinde Tier 2 yöntemine göre 2010-2016 yılları arasında hesaplanan CO<sub>2</sub> emisyon değerleri

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında; Isparta ilinin 2010-2016 yılları arasında karayolu kaynaklı karbon ayak izi hesabı gerçekleştirilmiştir. IPCC; ulaşım sektöründen kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonlarının hesabında Tier 1, Tier 2 ve Tier 3 yaklaşımlarının kullanmasını önermektedir. Bu çalışmada, yeterli veriye ulaşılamadığından Tier 3 yaklaşımı yerine emisyon hesaplamalarında en temel yaklaşım olan IPCC Tier 1 ve Tier 2 yaklaşımı kullanılmıştır. IPCC'nin önerdiği bu yaklaşım ulaştırma sektörü alt grubu olan karayolu sektörüne uygulanmıştır.

Söz konusu hesaplamalara göre, ulaştırma sektöründeki alt gruplar içinde en büyük emisyon kaynağının karayolu olduğu görülmektedir. 2010 yılında Tier 1 yaklaşım yöntemi ile hesaplanan 351,90 Gg olan karayolu ulaşımından kaynaklı karbon ayak izi miktarı %34'lük bir artış göstererek 2016 yılında 471,84 Gg' a yükselmiştir. Tier 2 yöntemi ile hesaplanan karayolu ulaşımından kaynaklı karbon ayak izi hesabı 2010 yılında 1605 Gg iken 2016 yılında %43'lük artış göstererek 2292 Gg'a yükselmiştir. Tier 2 yöntemi ile hesaplanan karayolu ulaşımından kaynaklı karbon ayak izi hesabında benzinli otomobiller 2010-2016 yılları arası karbon ayak izi miktarlarını %23, dizel otomobiller %48 ve LPG'li otomobiller ise %1 oranında arttırmışlardır. Minibüs, otobüs ve kamyonet, kamyon karbon ayak izi miktarını 2010-2016 yılları arası %48, motosikletler ise %23 oranında arttırmışlardır.

Tier 2 hesaplama yöntemi, Tier 1 hesaplama yöntemine göre daha spesifik veriler kullanmaktadır. Bu durumdan dolayı Tier 2 hesaplama yöntemi Tier 1 hesaplama yöntemine göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Tier 2 yöntemine ait sonuçlar incelendiğinde 2010-2016 yılları arasında en çok emisyon yayan araçların dizel yakıtlı araçlar olduğu tespit edilmiştir. Dizel araçları LPG ve benzinli araçların takip ettiği görülmektedir. Bu durumun nedenleri; 2010-2016 yılları arasında benzinli araç sayısının azalırken, dizel ve LPG araçlarında artışın yaşanması, dizel ve LPG'li araçların ortalama yıllık menzillerinin, benzinli araçlara kıyasla daha fazla olması ve son olarak dizel ve LPG'li araçların CO<sub>2</sub>

emisyonu değerinin benzinli araçlardan daha yüksek olması şeklinde sıralanabilir.

Bütün bu bilgiler sonucunda karayolu ulaşımı, nedeniyle açığa çıkan karbon ayak izi miktarını düşürmek için bazı çözüm önerilerinde bulunulabilir. Karayolu taşıtlarından kaynaklanan CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılması için ilk olarak motor teknolojilerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bunun dışında alternatif yakıtların (LPG vb.) kullanımı, hibrit araçların kullanımının yaygınlaştırılması, alternatif taşıtların örneğin demiryolu ve denizyolu ulaşımının artırılması, ideal trafik hızlarının sağlanması, trafik akışının düzenlenmesi, araçların akaryakıt türüne ve akaryakıt tüketimlerine göre vergilendirmeler getirilmesi, belli bir emisyon sınırı koyup bu sınırı aşan eski model araçların trafikten kaldırılması, yürüyüş ve bisiklet yollarının yaygınlaştırılması gibi öneriler sıralanabilir.

#### Teşekkür

Bu çalışmaya sağladıkları katkılarından dolayı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)'na teşekkür ederim.

#### KAYNAKLAR

- Akbulut, F.E. (2009). İklim Değişikliğinde Alternatif Politikaların Etkinliği. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 100s, Ankara.
- Algedik, Ö., Bayar, H.İ., Biçer, B.E., Çelik, E., Keleş, M., Kocaman, H., Talu, N. (2016). TMBB'nin İklim Değişikliği Politikasındaki Rolü "Politikacılar için Özet", 32s.
- Atabey, T. (2013). Karbon Ayak İzinin Hesaplanması: Diyarbakır Örneği. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 84s, Elazığ.
- Çalışkan, D., Kurt, Z., Timur, Ü. (2017). İklim Değişikliği ve Ulaşım Sektörü İlişkisinin Ekonometrik Analizi: Türkiye Örneği. International Congress of Energy, Economy and Policy. 25-26 Mart 2017, İstanbul.

- Çetinsoy Aparı, F.,F., (2010). Küresel İklim Değişikliği: Avrupa Birliği ve Türk Tarımı. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 192s, İstanbul.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), (2018a). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. <http://iklim.csb.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-4362> (Erişim Tarihi: 03.03.2018)
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), (2018b). Kyoto Protokolü. <http://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363> (Erişim Tarihi:02.01.18).
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), (2018). Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Yıllık Sektör Raporları. Erişim Tarihi:02.01.2018
- Gündoğan, A., C. (2016). Paris Anlaşması Sonrası IPCC Öncelikleri <http://ekoik.com/paris-anlasmasi-sonrasi-ipcc-ve-ocelikleri/>. (Erişim Tarihi: 03.03.18.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), (1996a). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume III: Reference Manual, Chapter 1. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Programme, Organization for Economic Co-Operation and Development, International Energy Agency, Paris.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), (1996b). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume I: Reporting Instructions, Chapter 1. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Programme, Organization for Economic Co-Operation and Development, International Energy Agency, Paris.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), (1996c). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories .Volume II: Workbook, Chapter 1. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Programme, Organization for Economic Co- Operation and Development, International Energy Agency, Paris.
- Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC), (2006). IPCC Guidelines for National Gas Inventories Volume 2, Chapter 2. Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris.
- Kabacıoğlu, N. (2012). Sanayi Kuruluşlarında Sera Gazı Salımları ve Sera Gazı Hesaplama Yöntemleri. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s, Kocaeli.
- Karakaya, E. (2008). Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi. Bağlam Yayıncılık
- Kıvılcım, İ. (2013). 2020'ye Doğru Kyoto-Tipi İklim Değişikliği Müzakereleri 'Avrupa Birliği'nin Yeterliliği ve Türkiye'nin Konumu', İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, 92s, İstanbul.
- Kocabaş, S. Ören, S. Karbon Ayak İzi Hesaplanması. Bülent Ecevit Üniversitesi, Devrek Meslek Yüksekokulu. 12s, Zonguldak. Erişim Tarihi: 10.04.2018
- Mehrotra, S., B. Lefevre, R. Zimmerman, H. Gerçek, K. Jacob, Srinivasan, S. (2011).: Climate change and urban transportation systems. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network, C. Rosenzweig, W. D. Solecki, S. A. Hammer, S. Mehrotra, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 145–177.
- Mock, P. (2016). Policy Options to Reduce Emissions From The Road Transport Sector in Turkey. İPM-Mercator Policy Brief, 1. Basım, 1-13.
- Özen, M., Tüdeş-Yaman, H. (2013). Türkiye'de Şehirlerarası Yük Trafiği CO<sub>2</sub> Emisyonlarının Tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(3), 56.
- Pekin, M.A. (2006). Ulaştırma Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 99s İstanbul.
- Soruşbay, C. (2006). Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Karbondioksit Emisyonlarının Çevreye Etkisi ve Kontrolü. İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi Otomotiv Anabilim Dalı, 48-564, 22-26.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2018). Isparta İline Kayıtlı Araç Sayısı. 07.03.2018.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2015). 1990-2015. National Gas Inventory Report 1990-2015 Annual Report for submission under the „United Nations Framework Convention on Climate Change“. 552s.
- UNFCCC. (2004). İklim Özen Göstermek: İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü için Kılavuz. Çev. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 30s, Ankara.
- Uzunçakmak, M. (2014). Ulaşım Modlarından Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları Ve İklim Değişikliği Üzerindeki

## Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Verimlilik İlişkileri

İbrahim Keten<sup>1</sup> , Serkan Gülsoy<sup>1\*</sup> 

**Özet:** Bu çalışmada kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarının verimliliği (bonitet) ile çevresel değişkenler (iklim, toprak ve fizyografya) arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda Düzlerçamı (Antalya) yöresinde insan baskısından uzak ve farklı yükseltilerde doğal yayılış gösteren kızılçam yetişme ortamlarından seçilen 51 adet örnek alanda envanter yapılmıştır. Herbiri 400 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki örnek alanlarda, 3 farklı plus ağaçta yaş ve boy değerleri ölçülmüştür. Bu ölçümler kullanılarak 75 yaşa göre ortalama bonitet endeksi değerleri hesaplanmıştır. Her bir örnek alana ait çevresel değişkenler ise ayrı bir veri matrisi olarak kaydedilmiştir. Çalışmada ilk olarak korelasyon analizi kullanılarak kızılçam verimliliği ve çevresel değişkenler münferit halde ilişkilendirilmiştir. Bu aşamada türün verimliliğine yükselti, sıcaklık, toprakların kum ve kil oranlarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Modelleme aşamasında ise sırasıyla aşamalı çoklu regresyon analizi, logistik regresyon analizi ve regresyon ağacı olmak üzere 3 farklı yöntemden faydalanılmıştır. Bu analizler sonucunda topraklardaki kum ve iskelet içeriği yüzdeleri, çakıltası anakayasası, alt yamaç araziler ve düz araziler, türün yöredeki boniteti ile istatistiksel olarak anlamlı sonuç veren değişkenler olmuştur. Bu değişkenler içerisinde özellikle, arazi yüzey formu düz olan araziler ve 0-30 cm derinlik kademesinde % 40'tan az kum oranına sahip toprak koşullarında türün boniteti daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak özellikle bazı fizyografik arazi koşulları ve toprak tekstürünün yetişme ortamındaki su ve besin maddesi ekonomisi üzerine etkileri ile türün verimliliğinin yörede önemli değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bilgilerin yörede kızılçam türünün yönetimi ve sürdürülebilirliği açısından uygulayıcılara katkı sağlayacağı öngörülmüştür. Diğer bir ifade ile bu türün verimli alanlarının muhafazası ve potansiyel verimli olabilecek alanlarda yagınlaştırılması için buradaki bilgiler önem arz etmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Bonitet endeksi, Çevresel faktörler, Ekolojik modelleme, Sürdürülebilirlik

## Research on Site Index in the Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Forests

**Abstract:** In this study, the relationships between the productivity (site index) of Red pine forests and the environmental variables (climatic, edaphic and physiographic factors) were investigated. For this purpose, inventory study was performed in 51 natural red pine (*Pinus brutia* Ten.) stands being located away from human disturbances at different altitudes in Düzlerçamı (Antalya) district. Age and height values were measured for 3 different plus trees in each plots of 400 m<sup>2</sup>. Mean site index values for 75 years were calculated using these measurements. In addition, environmental factors for each plots were determined by the various practices. In the study, firstly, productivity of Red pine and environmental variables were associated by using correlation analysis. At this stage, the effects of altitude, temperature, the sand and clay ratio of the soils on the productivity of the species were determined. At the modeling stage, stepwise multiple regression analysis, logistic regression analysis and regression tree technique were used, respectively. As a result of these analyses, percentage of the sand and skeletal content in the soils, conglomerate bedrock, lower slope lands and flat lands in the district were found to be statistically significant with the site index values of the species. In particular, the site index values were found to be higher in flat landforms and soil conditions with a sand content of less than 40% at 0-30 cm depth. As a result, it has been determined that the productivity of the species in the dsitric varies considerably with the effects of some physiographic factors and soil texture parameters affecting water and nutrient economy in the site conditions. It is predicted that the information obtained from this study will contribute to the practitioners in terms of the

management and sustainability of the red pine species in the region. In other words, the findings from this study is important in order to preserve the productive areas of this species and propagate it in potentially productive areas.

**Keywords:** Site index, Environmental factors, Ecological modelling, Sustainability

**<sup>1</sup>Address:** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv., Orman Fak., Orm. Müh. Bölümü, 32200, Isparta

**\*Corresponding author:** serkangulsoy@isparta.edu.tr

**Citation:** Keten, İ., Gülsoy, S. (2020). Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarında Verimlilik İlişkileri. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 88-102.

## 1. GİRİŞ

İnsanlar ormanlardan tarih boyunca çok yönlü yararlanmışlardır. İlk zamanlarda daha uyumlu olan orman-insan ilişkileri özellikle hızlı nüfus artışı, teknolojinin ilerlemesi ve sanayileşme gibi sebeplerle son yıllarda dengesiz bir hal almıştır. Doğada insanların sebep olduğu yangınların sayısı, sıklığı ve büyüklüğü artmaya başlamış, orman kaynakları insanlar tarafından aşırı ve plansız kullanılmıştır (Curtis vd., 2018). Doğal dengenin sağlığı açısından ana ekosistemlerden birisi olan ormanların (Waring ve Schlesinger, 1985) bu gibi sebeplerle tahrip olması neticesinde ise pek çok olumsuz sonuç ortaya çıkmıştır (Houghton, 1995). Dolayısıyla bu süreçte ormanların önemi çok daha iyi anlaşılmaya başlamış olup, tahrip olan ve alan olarak azalan orman alanlarının yeniden iyileştirilmesi çabalarında giderek artış olmuştur.

Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü'nün (FAO) güncel verilerinde dünya genelinde yaklaşık olarak 4,06 milyar hektar orman alanı varlığı rapor edilerek, bu alanın yaklaşık %54'ünün Rusya, Brezilya, Kanada, ABD ve Çin'de olduğu belirtilmiştir (FAO, 2020). Türkiye'de ise en güncel verilere göre toplam orman alanı yaklaşık olarak 22,74 milyon hektar olarak rapor edilmiştir (OGM, 2020). Bu oran dünya toplam orman varlığının yaklaşık olarak % 0,56'sına tekabül etmektedir. Türkiye değişen topografyası, kıtalar arası geçiş özelliği, yükselti farklılıkları ve oldukça uzun deniz kıyıları gibi çok zengin bir ekosistem çeşitliliğine sahiptir (Yücel ve Babuş, 2005). Bu ekosistem zenginliği içerisinde çok farklı yapıda orman alanlarını barındırmaktadır. Özellikle farklı iklim ve kayaç formasyonları etkisinde şekillenmiş değişik toprak tipleri ile karakterize edilen bu orman alanlarında oldukça zengin biyolojik çeşitlilik mevcuttur (Şekercioğlu vd., 2011; Avcı, 2012). Dolayısıyla başta bitki türleri olmak üzere amfibiler, sürüngenler, omurgasız canlı türleri, kuşlar ve memeli yaban hayvanları gibi pek çok canlı türü için güçlü ve istikrarlı bir yaşama ortamı sunan ülke ormanlarımızın önemi büyüktür (Clark ve McLachlan, 2003; Erten, 2004). Nitekim ülkemizin son yıllarda dâhil olduğu birçok uluslararası sözleşmeler (Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi vb.) neticesinde ise sahip olduğumuz ormanların sadece ülkemiz için değil, küresel ölçekteki önemi de ele alınmaya başlamıştır.

Türkiye'deki orman alanının yaklaşık 13,08 milyon hektarının verimli, 9,66 milyon hektarının ise bozuk orman

niteliğinde olduğu ifade edilmiştir (OGM, 2020). 2015 yılı verilerine göre ülke orman alanlarının yaklaşık 13,95 milyon hektarının saf, 8,39 milyon hektarının ise karışık türlerden oluştuğu belirtilmiştir (OGM, 2015). Yine aynı yıla ait verilere göre, tür bazında sırasıyla meşe (5,9 milyon hektar), kızılçam (5,6 milyon hektar), ve karaçam (4,3 milyon hektar) türlerinin ormanlarımızda en yaygın orman ağacı türleri olduğu belirtilmektedir. Bu türleri ise sırasıyla kayın (1,9 milyon hektar), sarıçam (1,5 milyon hektar), ardıç (958 bin hektar), göknar (585 bin hektar), sedir (482 bin hektar), ladin (323 bin hektar) ve fıstıkçamı (162 bin hektar) türleri takip etmektedir (OGM, 2015). Ülkemizde genel olarak düzenli orman envanterlerinin tutulmaya başlandığı 1960'lı yıllardan günümüze kadar geçen süreçte, toplam orman alanında (yaklaşık olarak 2,2 milyon ha) ve odun servetinde (koru alanlarında yaklaşık 750 bin m<sup>3</sup>) ciddi bir artış olduğu bilinmektedir (Asan, 1995; OGM, 2015). Bu durumda orman teşkilatının sergilemiş olduğu yerinde ve başarılı koruma ve silvikültürel uygulamalar gibi çalışmaların etkisi elbette ki çok büyüktür. Diğer yandan bu süreçte başarıyı artıran en önemli hususlardan birisinin ise, uygun yetişme ortamlarına doğru türlerin tercih edilmesi olduğu unutulmamalıdır. Bu konuda ise özellikle orman alanlarında doğal yöntemler ile oldukça başarılı bir şekilde gençleştirmeye konu olan ve gençlikte çok hızlı büyüyen orman ağacımız kızılçamın katkısı büyüktür. Nitekim bu türün belirtilen sürecin ilk yıllarında yaklaşık olarak 2,5-3 milyon hektar arası olarak tahmin edilen yayılışının (Neyişçi, 1987a), günümüzde 5,6 milyon hektara kadar artmış olması bu durumun net göstergesi olmuştur. Diğer yandan güncel yayılış alanı içerisinde 270 milyon m<sup>3</sup> civarında bu türe ait servet olduğu ve yaklaşık 8 milyon metreküp yıllık artımın elde edildiği belirtilmiştir (Carus ve Su, 2014). Dolayısıyla kızılçam türü yüksek büyüme hızı ve endüstride çok yaygın olarak kullanılmakta olan odun ve kereste özellikleri ile ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır (Erten ve Taşkın, 1985; Taş, 2017). Ayrıca karbon depolama, erozyon önleme, rekreasyon, temiz su üretimi, yaban hayatı gibi temel fonksiyonlar düşünüldüğünde ise türün sosyo-kültürel ve ekolojik açıdan türün önemi çok daha iyi anlaşılmaktadır.

Belirtilen özelliklerden dolayı kızılçam türünün ormanlarda alan olarak varlığını sürdürülmesi ve niteliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu aşamada özellikle bu tür ile yapılacak ağaçlandırma çalışmaları veya endüstriyel plantasyon uygulamalarında verimlilik açısından potansiyel arz eden iyi boniteteki yetişme ortamı yerlerinin belirlenmesi ve buralarda türün yaygınlaştırılması yerinde





olduğu ifade edilmiştir (Başaran vd., 2010). Tespit edilen bu bitki türlerinden bazılarının ise uluslararası doğa ve doğal kaynakları koruma birliği (IUCN) ve BERN kategorisinde korunan türler içerisinde yer aldığı belirtilmiştir. Çalışma alanı içerisinde ve yakın civarında en yaygın ağaç türü kızılçam (*P. brutia*)'dır. Kızılçam haricinde fıstık çamı (*P. pinea*), halep çamı (*P. halepensis*), servi (*Cupressus sempervirens*), karaçam (*P. nigra*), ardıç (*Juniperus* sp., -adi ardıç, andız, boylu ardıç, kokulu ardıç, büyük kozalaklı ardıç, katran ardıcı, Fimike ardıcı, sabin ardıcı) ve Toros sediri (*Cedrus libani*) yine yörede yayılması muhtemel diğer ağaç türleridir (Atalay ve Efe, 2015).

## 2.2. Veri Toplama Çalışmaları

Çalışmada veri temini için arazi çalışmalarına başlamadan önce bir ön etüt değerlendirmesi yapılarak, kızılçam türünün yörede yayılış gösterdiği yükselti aralığı (50-1300 m) belirlenmiştir. Daha sonra bu yükselti boyunca hemen hemen her 100 m yükselti aralığında 3 adet 400 m<sup>2</sup> büyüklüğünde örnek alan yerleri tespit edilmiştir. Bu süreçte sayısal altlık formatındaki eş yükselti eğrili memleket haritaları ve meşcere tipleri haritalarından yararlanılmıştır. Bu işlemlerin ardından türün verimlilik ile ekolojik faktörlerin ilişkilendirmesi amacıyla yönelik olarak, toplam 51 adet örnek alanda arazi çalışmalarına başlanılmıştır. GPS koordinat kaydı yapılan örnek alanların içerisinde arazide ilk olarak kızılçam türüne ait 3 farklı plus ağaçta yaş ve boy ölçümleri yapılmıştır. Ağaçların yaş hesabında artım burgusu, boy ölçümlerinde ise Blume-Lies kullanılmıştır (Kalıpsız, 1984). Bu esnada ağaçların yaş hesabı göğüs yüksekliği hizasından (d<sub>1,30</sub> m) alınan artım kalemleri üzerinden sayılarak yapılmış olup, kızılçam türünün bu göğüs yüksekliği seviyesine ulaşma zamanı +3 yaş olarak eklenmiştir. Bu işlemin ardından arazide ölçülen kızılçam türünün yaş ve boy değerleri 75 yaşa endeksenerek üst boy (bonitet) değerleri elde edilmiştir (Erkan, 1996; Çatal, 2009).

Arazi çalışmalarının bir sonraki aşamasında örnek alanların ortasından bir toprak çukuru kazılarak toprak derinliği (m) ölçümü yapılmıştır. Bu çukurların 0-30 cm toprak derinlik kademesinden toprak örnekleri alınıp laboratuvara getirilmiştir. Bu işlem ile eş zamanlı olarak mineral toprak kısmı üzerindeki ölü örtü kalınlığı (cm) ölçülmüştür. Arazide yapılan bir başka işlem ise örnek alanlar içerisinde kayaç tipinin belirlenmesi olmuştur. Arazide türü tespit edilemeyen kayaç tipleri ise laboratuvarında teşhis edilmiştir.

Bu süreçte alana ait ayrıca Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan sayısal jeoloji haritalarından da faydalanılmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında yapılan bir diğer işlem ise sırasıyla arazinin yamaç konumu, arazi şekli, arazi yüzey formu ve arazi yüzey taşlılığı (%) verilerinin kayıt edilme işlemi olmuştur (Zech ve Çepel, 1972; Eriksson and Holmgren, 1996). Ayrıca çalışma yapılan her bir örnek alandaki gözlemler ile meşcere kapalılık yüzdesi (%) tespit edilmiştir. Son olarak arazide her bir örnek alanın merkez noktası ve doğrusal olarak 20 m uzaklıktaki 4 taraftan yükseklik ölçümleri yapılmış olup, buradaki yüksekli değerleri üzerinden -1 ve +1 arasında değişen arazi şekil indeks değerleri hesaplanmıştır (McNab, 1989).

Laboratuvar çalışmalarına gelindiğinde ise her bir örnek alandan alınan toprak numunelerinin kurutma, ayıklama ve eleme (2 mm) işlemlerden sonra iskelet içerikleri (%) belirlenmiştir. Ardından topraklarda sırasıyla Bouyoucous hidrometre yöntemi ile tekstür (kum-kil-toz), saf su ve 1N potasyum klorür çözeltisi içerisinde pH, Walkley-Black ıslak yakma yöntemiyle organik madde (%), Scheibler kalsimetrik düzeneği ile kireç (%) ve Sömi-Mikro Kjeldahl yöntemiyle total azot (%) değerleri tespit edilmiştir (Karaöz, 1989a; 1989b). Uygulanan tekstür analizi neticesinde ise topraklara ait kum, toz ve kil yüzdeleri belirlenmiştir (Çepel, 1983, Kantarcı, 1987).

Arazi ve laboratuvar çalışmalarının ardından büro çalışmaları ile sayısal altlıklar kullanılarak örnek alan koordinatlarına göre bazı değişkenler türetilmiştir. Bu aşamada ilk olarak <http://www.worldclim.org> adresinde versiyon 1.4 formatında kullanıma sunulan güncel iklim haritaları üzerinden örnek alanların yıllık ortalama sıcaklık (°C) ve yıllık ortalama yağış (mm) değerleri temin edilmiştir (Hijmans vd., 2005). Ayrıca çalışma alanına ait sayısal yükseklik modellerinden yararlanılarak, sayısal ortamda yükselti (m), eğim (°), bakı (°), topoğrafik pozisyon indeksi, arazi yüzeyi şekil indeksi, engebellik indeksi, gölgelenme indeksi, pürüzlülük indeksi, radyasyon indeksi ve sıcaklık indeksi haritaları oluşturulmuştur (Austheim vd., 1999; McCune ve Keon, 2002; Jenness 2006; Pal Axel vd., 2009; Aertsen et al. 2010). Tüm bu çalışmalar neticesinde kızılçam türünün verimliliği (bonitet) ile ilişkilendirmek üzere 49 farklı çevresel değişken kayıt edilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** İstatistiksel değerlendirme öncesi değişkenlere ait kodlar

Kodlar	Değişkenler	Kodlar	Değişkenler
bondeg	Bonitet değerleri (m)	asorym	Aşağı orta yamaç
yukselt	Yükselti (m)	ustym	Üst yamaç
yagis	Yıllık toplam yağış (mm)	altym	Alt yamaç
sicakl	Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	ykorym	Yukarı orta yamaç
egimd	Eğim (°)	duzarz	Düz arazi
sindks	Sıcaklık indeksi	ondule	Onduleli arazi
golgel	Gölgelenme indeksi	icbkya	İç bükey arazi
arzysi	Arazi yüzey şekli indeksi	disbkya	Dış bükey arazi
tpinks	Topografik pozisyon indeksi	taskya	Taşlık-kayalık
przind	Pürüzlülük indeksi	tpkrarz	Düz toprak arazi
engebe	Engelibellik indeksi	balkil	Balçıklı kil
arznf	Arazi Şekil indeksi	balkum	Balçıklı kum
radind	Radyasyon indeksi	kilt	Kil
orgmad	Organik madde (%)	kilbal	Killi balçık

ph	Toprak asitliği (pH)	kumbal	Kumlu balçık
kirec	Kireç (%)	kukiba	Kumlu-killi balçık
kum	Kum (%)	balçık	Balçık
toz	Toz (%)	kumkil	Kumlu kil
kil	Kil (%)	tozbal	Tozlu balçık
azot	Azot (%)	cakltas	Çakıltası
topder	Toprak derinliği (cm)	alvyn	Alüvyon
olrtkal	Ölü örtü kalınlığı (cm)	ymcmz	Yamaç Molozu
yuztas	Yüzey taşlılığı (%)	krectas	Kireçtaşı
iskltic	İskelet içeriği (%)	volkanit	Volkanit - Çökel Kaya
meskap	Mescere kapallığı	peridott	Peridotit

### 2.3. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel değerlendirmelerde ilk olarak Pearson korelasyon analiz yöntemi ile bağımsız sürekli değişkenler ve kızılçam verimliliği (bonitet) ilişkilendirilmiştir. Bu işlem sonrasında modelleme sürecinden önce tanımlayıcı değişkenler içerisinde veri süzme işlemine başlanmıştır. Bu aşamada aralarında yüksek korelasyondan dolayı modellerde çoklu bağlantı problemlerine sebep olabilecek değişkenleri belirlemek amacıyla korelasyon ve faktör analizinden yararlanılmıştır (Özdamar, 2002; Thompson, 2004). Bu işlemlerin ardından türün yörede verimlilik-çevre ilişkilerinin modelleme sürecine başlanmış olup, sırasıyla aşamalı çoklu regresyon analizi (Cohen vd., 2003; Aertsen vd., 2010), lojistik regresyon analizi (Hosmer ve Lemeshow, 2000) ve regresyon ağacı yönteminden (Breiman vd., 1984; Death ve Fabricius, 2000; Moisen, 2008; Özkan, 2012) yararlanılmıştır. Modelleme süreçleri esnasında aykırı gözlem içeren örnek alanların tespitinde ise Cook benzeşmezlik testinden yararlanılmış olup, söz konusu aykırı gözlem içeren örnek alanlar veri setinden çıkarılmıştır (Cook, 1977; Cook, 2000).

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada 51 adet örnek alan içerisinde 75 yaşa endekslenmiş bonitet değerleri 17,5-38,2 m arasında değişim göstermiştir. Bu değerlere göre 19 örnek alan I. Bonitet, 17 örnek alan II. Bonitet, 13 örnek alan III. Bonitet, 2 örnek alan ise IV. Bonitet sahalara denk gelmiştir.

Çalışmada uygulanan pearson korelasyon analizi sonucunda kızılçam türünün bonitet endeks (bondeg) değerleri yükselt ( $r=0,316$ ) ve kil ( $r=0,316$ ) ile pozitif, sıcak ( $r=-0,313$ ) ve kum ( $r=-0,373$ ) ile negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) ilişki göstermiştir.

Bağımsız değişkenlerden eğim ve prizind ( $r=0,926$ ) ile orğmad ve azot ( $r=0,902$ ) değişkenleri arasında oldukça yüksek korelasyon tespit edilmiştir. Buradan hareketle diğer iki değişkeni temsilen eğim ve orğmad modelleme aşamasına alınmış, diğerleri veri matrisinden çıkarılmıştır. Ayrıca toprak değişkenleri içerisinde kum, toz, kil veri seti ve yükselt, sıcak, yağış veri seti için ayrıca faktör analizi uygulanmıştır (Tablo 2-Tablo 3).

**Tablo 2.** Kum, toz, kil değişkenleri için uygulanan faktör analizi sonucu eksenlere ait varyans açıklamaları (%) ve korelasyon değerleri

Eksenler	Öz		
	Değerler	Varyans(%)	Eklentili Varyans (%)
1	1,949	64,957	64,957
2	1,051	35,043	100,000
3	1,388	0,000	0,000
Değişken	Eksen 1 (r)		Eksen 2 (r)
kum	-1,000		-0,018
toz	0,557		0,830
kil	0,799		-0,601

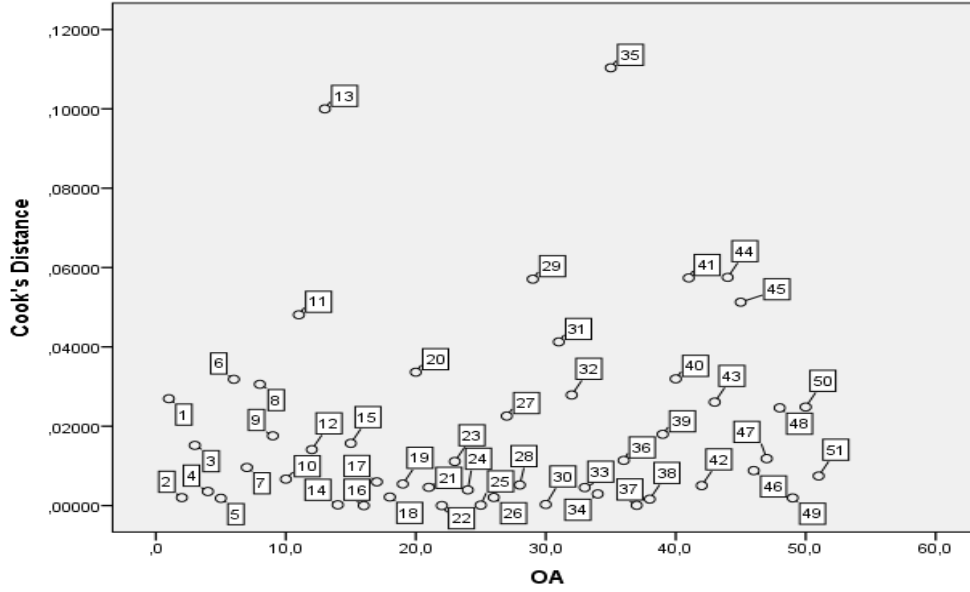
**Tablo 3.** Yükselti (m), Yıllık ortalama sıcaklık (°C), Yıllık toplam yağış (mm) değişkenleri için uygulanan faktör analizi sonucu eksenlere ait varyans açıklamaları (%) ve korelasyon değerleri

Eksenler	Öz Değerler		
	Değerler	Varyans(%)	Eklentili Varyans (%)
1	2,781	92,686	92,686
2	0,196	0,000	0,000
3	0,023	0,000	0,000
Değişken	Eksen 1 (r)		Eksen 2 (r)
yükselt	-0,933		
sıcakl	0,987		
yağis	0,968		

Tablo 2’de varyans açıklama yüzdelere göre ilişkilerin en kuvvetli Eksen 1 ve Eksen 2 üzerinden açıklanabileceği anlaşılmaktadır. Buradan hareketle Eksen 1 ile en yüksek korelasyona sahip olan kum (-1,000) ve Eksen 2 ile en yüksek korelasyona sahip olan toz (0,830) değişkeni modelleme safhasına aktarılmış olup, burada veri matrisi içerisinde kil değişkeni çıkarılmıştır. Tablo 3 incelendiğinde ise Eksen 1’in varyans açıklama yüzdesi daha yüksek olup, bu eksen üzerinde en yüksek ilişki katsayısına sahip olan değişkenin sıcak (0,830) olduğu görülmüştür. Dolayısıyla modelleme aşamasına bu veri setini temsilen sıcak değişkeni alınmış olup, yükselt ve yağış değişkenleri model verisinden çıkarılmıştır. Böylece türün verimlilik modelleme aşamasında tüm bu değişkenlerin çoklu bağlantı problemi oluşturması engellenmiştir.

Nihai aşamada 44 farklı çevresel değişkene ait veri matrisi üzerinden sırasıyla, aşamalı çoklu regresyon, regresyon ağacı ve lojistik regresyon analiz yöntemleri ile türün verimlilik modellemesi gerçekleştirilmiştir.

Modelleme uygulamasında ilk olarak 51 örnek alanda bonitet değerleri aşamalı çoklu regresyon analizine tabi tutulmuş olup, bu aşamada analiz Cook’s mesafe ölçümüne göre gerçekleştirilmiştir. Böylece örnek alanlardan aykırı gözlem verisi içerenlerin ayıklanması amaçlanmıştır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Aşamalı çoklu regresyon analiz aşamasında oluşturulan Cook's benzeşmezlik grafiği

Cook's mesafe ölçümünde 30 örneklemin üzerinde olan çalışmalarda  $4/n$  değerinin üzerinde kalan değerlerin genel olarak aykırı gözlem kabul edilebileceği bilinmektedir (Cook, 1977; Cook ve Weisberg, 1982). Buna göre Şekil 2'de görüleceği üzere 0,078 ( $4/51$ ) değerinin üzerinde kalan 13 ve 35 kodlu örnek alanların aykırı gözlem içerdikleri düşünülerek veri matrisinden elenmelerine karar verilmiştir.

49 örnek alan ile uygulanan aşamalı çoklu regresyon analizi neticesinde 3 model elde edilmiş olup, bu modellerin açıklama katsayıları ( $R^2$ ) sırasıyla 0,175, 0,261 ve 0,368'dir (Tablo 4).

**Tablo 4.** Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (49 örnek alan için)

Model	$R^2$	Önem Seviyesi	F
1	0,175	0,003	9,990
2	0,261	0,001	8,125
3	0,368	0,000	8,726

$p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir

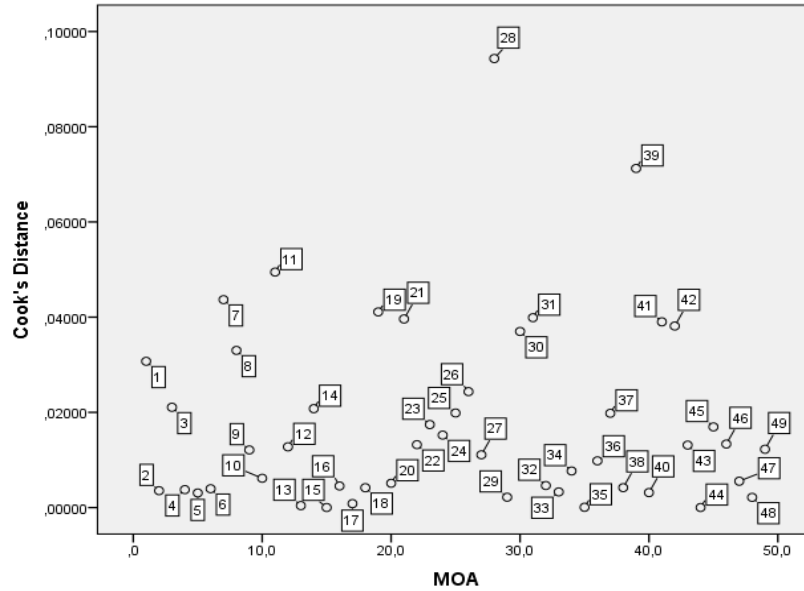
Bu sonuçlara göre modelleri şekillendiren değişkenler ise Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Aşamalı çoklu regresyon analiz modellerine ait değişkenlerin önem kat sayıları ve varyans şişme faktörü (VIF) (49 örnek alan için)

Model	Değişkenler	Model Katsayıları	Önem Seviyesi (p)	VIF
1	sabite	32,016		
	kum	-0,132	,003	1,000
2	sabite	32,692		
	kum	-0,116	,006	1,030
	altym	-3,109	,025	1,030
3	sabite	31,944		
	kum	-0,121	,003	1,033
	altym	-5,606	,001	1,565
	duzarz	4,261	,008	1,550

$p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Burada görüleceği üzere en yüksek açıklama düzeyine sahip olan 3. model içerisinde sırasıyla kum, altym ve duzarz yer almıştır. Varyans şişme oranları (VIF) 1 değerine oldukça yakın olup, bu durum modelde çoklu bağlantı sorunu olmadığını göstermiştir (Cook ve Weisberg, 1982; O'Brien, 2007). Fakat bu aşamada yeni örnek alan sayısına göre (49) Cook's testi tekrarlandığında örnek alan 28'in 0,081 ( $4/49$ )'den yüksek, örnek alan 39'un ise bu değere çok yakın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Dolayısıyla bu iki örnek alanın veri matrisinden çıkarılarak aşamalı çoklu regresyon analizinin geriye kalan toplam 47 örnek alanda yinelenmesine karar verilmiştir.



Şekil 3. Aşamalı çoklu regresyon analizi için elde edilen Cook's benzeşmezlik grafiği (49 örnek alan için)

Toplam 47 örnek alan ile aşamalı çoklu regresyon analizi tekrar edildiğinde, yine 3 farklı model elde edilmiş olup, bu modellerin ilişkileri açıklama katsayıları ( $R^2$ ) sırasıyla 0,186, 0,295 ve 0,430 olmuştur (Tablo 6).

Tablo 6. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (47 örnek alan için)

Model	$R^2$	Önem Seviyesi(p)	F
1	0,186	0,002	10,294
2	0,295	0,000	9,220
3	0,430	0,000	10,832

$p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

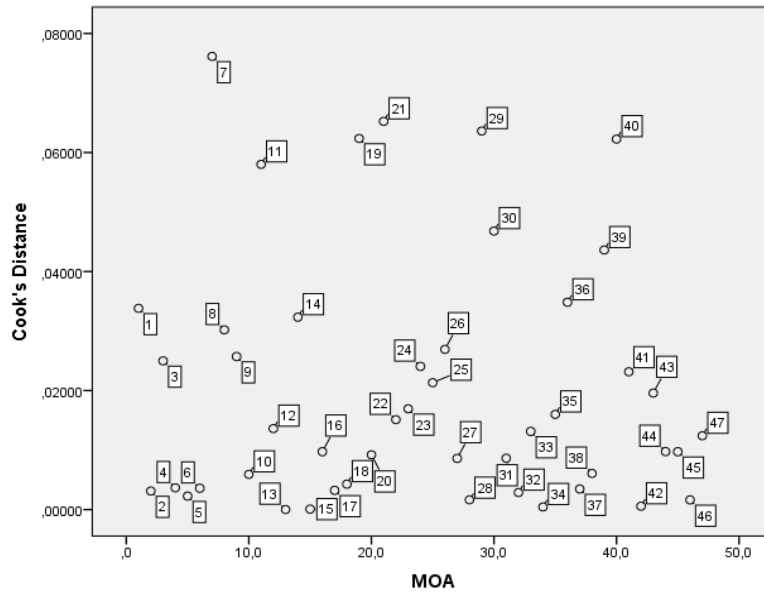
Yine burada görüleceği üzere 3. modelin açıklama katsayısı diğerlerinden daha yüksek olmakla birlikte, önceki modelden daha yüksek bir açıklama yüzdesine (% 43) ulaşmıştır. Bu aşamada mevcut modelleri yapılandıran çevresel değişkenler ve her bir değişkene ait varyans şişme oranları ise Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Aşamalı çoklu regresyon analiz modellerine ait değişkenlerin önem kat sayıları ve varyans şişme faktörü (VIF) (47 örnek alan için)

Model	Değişkenler	Model Katsayıları	Önem Seviyesi (p)	VIF
1	sabite	31,171		
	kum	-0,124	,002	1,000
2	sabite	31,987		
	kum	-0,110	,005	1,023
	altym	-3,223	,012	1,023
3	sabite	31,123		
	kum	-0,114	,001	1,025
	altym	-5,709	,000	1,514
	duzarz	4,353	,003	1,502

$p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

En yüksek açıklama düzeyine sahip olan 3. model içerisinde yer alan değişkenler sırasıyla kum, altym ve duzarz olup, modelin ait sabite değeri 31,123'tür (Tablo 7). Modelde varyans şişme oranları itibariyle çoklu bağlantı problemi görülmemektedir. Ayrıca bu aşamada mevcut 47 örnek alan ile Cook's testi tekrarlandığında tüm örnek alanların 0,085 (4/47) Cook's benzeşmezlik değerinin altında konumlandığı tespit edilmiştir (Şekil 4).



**Şekil 4.** Aşamalı çoklu regresyon analizi için elde edilen Cook's benzeşmezlik grafiği (47 örnek alan için)

Dolayısıyla nihai aşamada 47 örnek alan ile uygulanan aşamalı regresyon analizi sonucu elde edilen 3. modelin diğerlerine göre daha anlamlı sonuç verdiği kanaatine varılarak, bu modele çapraz geçerlilik testi uygulanmıştır. Uygulanan test neticesinde ROC (eğrinin altında kalan alan) eğitim değeri  $R^2=0,430$ , test değeri ise  $R^2=0,288$  bulunmuştur.

Yukarıda sıralan testler neticesinde çalışmanın bundan sonraki aşamalarında uygulanacak olan lojistik regresyon analizi ve regresyon ağacı modelleme tekniklerinde burayla uyumlu olacak şekilde yine 47 örnek alan verisinin kullanılmasına karar verilmiştir. 2. aşamada uygulanan lojistik regresyon analizine geçildiğinde, mevcut örnek alanlardan I. ve II. bonitet sınıfına denk gelenlere 1, III ve IV. bonitet sınıfına denk gelenlere ise 0 rakamsal değeri girilerek, veriler iyi ve kötü boniteti temsil edecek şekilde ikili (var-yok) matrise dönüştürülmüştür. Uygulanan lojistik regresyon analizi neticesinde 5 farklı model elde edilmiş olup, bunların geçerliliklerini test etmek amacıyla ilk olarak model katsayılarının genel anlamlılık testi olan Omnibus test sonuçlarına bakılmıştır (Tablo 8).

**Tablo 8.** Omnibus testi ile modellere ait genel anlamlılık sonuçları

	Ki-kare	Serbestlik Derecesi (df)	p
Aşama 1	8,939	1	0,003
Aşama 2	15,26	2	0,000
Aşama 3	21,912	3	0,000
Aşama 4	27,032	4	0,000
Aşama 5	33,445	5	0,000

$p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 8 incelendiğinde tüm modellerin ki-kare değerlerine göre oluşan genel anlamlılık katsayıları  $p<0,05$  olup, bu durum bütün modellerin geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla bir sonraki aşamada ikinci bir model geçerlilik testi olan Hosmer ve Lemeshow sonuçlarına bakılmıştır (Tablo 9)

**Tablo 9.** Hosmer ve Lemeshow test sonuçlarına göre modellerin anlamlılık sonuçları

Aşama	Ki-kare	Serbestlik Derecesi (df)	p
1	0,000	0	-
2	4,286	7	0,746
3	4,904	7	0,672
4	1,805	7	0,970
5	3,935	7	0,787

$p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Burada ise 1. aşama hariç diğer 4 aşamada elde edilen modellerin ki-kare değerlerine bağlı olarak  $p>0,05$  koşulu sağlanmıştır. Mevcut modeller içerisinde seçim yapabilme aşamasında bir başka seçim kriteri olan Cox & Snell  $R^2$  ve Nagelkerke  $R^2$  istatistiklerine ilişkin bulgular ise Tablo 10'da yer almaktadır.

**Tablo 10.** Cox & Snell  $R^2$  ve Nagelkerke  $R^2$  testi sonucu model açıklama payları

Aşama	-2 Log likelihood	Cox & Snell $R^2$	Nagelkerke $R^2$
1	49,926	0,173	0,243
2	43,606	0,277	0,388
3	36,954	0,373	0,522
4	31,833	0,437	0,612
5	25,420	0,509	0,713

$p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 10 incelendiğinde Cox&Snell  $R^2$  istatistiğine göre 5. Aşamadaki modelin açıklama payı yaklaşık %51, Nagelkerke  $R^2$  istatistiğine göre yaklaşık %71 olarak en yüksek bulunmuştur. Diğer aşamalardaki model ve bu modellerde yer alan değişkenlerin ise türün potansiyel verimliliğini açıklama yüzdelerinin kademeli olarak düştüğü görülmüştür. Son aşamada ise Log Likelihood ve -2LogLikelihood ( $LogL2-$ ) oranlarına göre elde edilen modeller içerisinde yer alan değişkenlerin olabilirlikleri (Tablo 11), ve ideal modeli tespit etmek amacıyla Bakward seçeneğine göre analize ait her bir model aşamasında yer alan değişkenlerin Wald değerleri ve önem seviyeleri test edilmiştir (Tablo 12).

**Tablo 11.** Log Likelihood ve -2LogLikelihood ( $LogL2-$ ) oranlarına göre değişkenlerin olabilirlik değerleri

	Değişkenler	Log Likelihood oranı	-2 Log Likelihood oranı	Serbestlik Derecesi (df)	p
Aşama 1	altym	-29,433	8,939	1	0,003
Aşama 2	iskltic	-24,963	6,321	1	0,012
	altym	-27,041	10,476	1	0,001
Aşama 3	iskltic	-22,073	7,192	1	0,007
	altym	-24,838	12,722	1	0,000
	kumkil	-21,803	6,652	1	0,010
Aşama 4	iskltic	-21,773	11,712	1	0,001
	altym	-19,904	7,975	1	0,005
	kumkil	-19,165	6,497	1	0,011
	cakltas	-18,477	5,120	1	0,024
Aşama 5	iskltic	-20,418	15,416	1	0,000
	altym	-19,386	13,351	1	0,000
	duzarz	-15,917	6,413	1	0,011
	kumkil	-15,203	4,985	1	0,026
	cakltas	-17,274	9,127	1	0,003

$p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

**Tablo 12.** Backward seçeneği ile üretilen modeller, içerdiği değişkenler ve onlara ait Wald ve önem seviyesi değerleri

	Değişkenler	Beta (B) değeri	Wald değeri	Serbestlik Derecesi (df)	p
Aşama 1	altym	-2,033	7,444	1	0,006
	sabite	1,946	9,940	1	0,002
Aşama 2	iskltic	-0,047	5,031	1	0,025
	altym	-2,450	7,943	1	0,005
	sabite	4,325	9,652	1	0,002
Aşama 3	iskltic	-0,056	5,218	1	0,022
	altym	-2,980	8,610	1	0,003
	kumkil	21,304	0,000	1	0,999
	sabite	4,790	8,395	1	0,004
Aşama 4	iskltic	-0,094	6,513	1	0,011
	altym	-2,843	5,903	1	0,015
	kumkil	21,198	0,000	1	0,999
	cakltas	-3,103	3,720	1	0,054
	sabite	7,195	8,112	1	0,004
Aşama 5	iskltic	-0,120	7,821	1	0,005
	altym	-4,962	6,416	1	0,011
	duzarz	3,440	3,937	1	0,047
	kumkil	20,837	0,000	1	0,999
	cakltas	-4,819	5,578	1	0,018
	sabite	8,081	8,141	1	0,004

$p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 11 incelendiğinde buradaki her iki teyit testine göre model aşamalarının tamamında yer alan değişkenlerin  $p < 0,05$  koşulunu sağlayarak anlamlı sonuç verdiği tespit edilmiştir. Tablo 12’de ise model aşaması 3, 4 ve 5’te kumkil değişkeninin wald değeri itibariyle modele katkısının olmadığı ve  $p < 0,05$  koşulunu sağlamadığı

görülmüştür. Dolayısıyla diğer tüm testlerde başarılı olan ve model açıklama yüzdesi en yüksek bulunan model aşaması 5 içerisinde kumkil değişkeni çıkarılarak lojistik regresyon analizi tekrarlanmış olup, tüm model testleri sırasıyla Tablo 13’te verilmiştir.

**Tablo 13.** Model aşaması 5 için lojistik regresyon analiz test bulguları

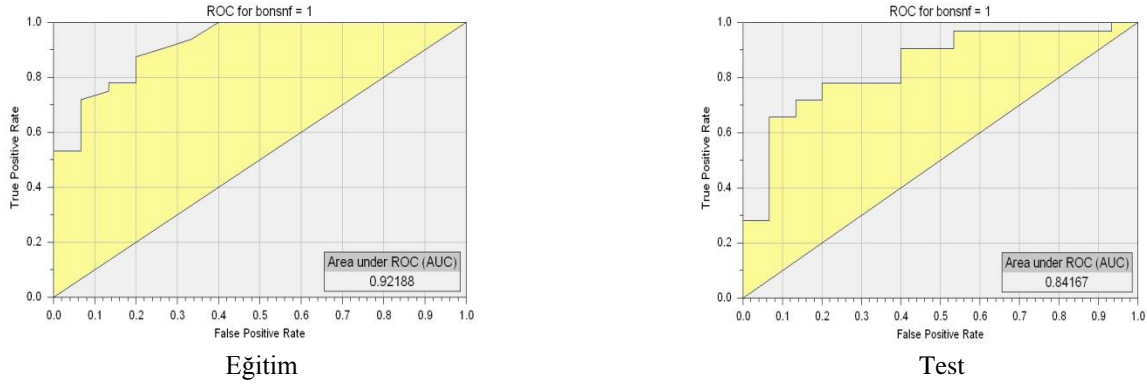
Omnibus testi						
Aşama 5	Ki-kare	Serbestlik Derecesi (df)	p			
	28,460	4	0,000			
Hosmer ve Lemeshow testi						
Aşama 5	Ki-kare	Serbestlik Derecesi (df)	p			
	9,164	7	0,241			
Cox & Snell R <sup>2</sup> ve Nagelkerke R <sup>2</sup> testi						
Aşama 5	-2 Log likelihood değeri	Cox & Snell R <sup>2</sup> değeri	Nagelkerke R <sup>2</sup> değeri			
	30,405	0,454	0,636			
Log Likelihood ve -2LogLikelihood (LogL2-) oranları						
Aşama 5	Model LogLikelihood	-2 Log Likelihood	p			
	iskltic	-23,049	15,693	0,000		
	altym	-21,332	12,259	0,000		
	duzarz	-19,165	7,925	0,005		
	cakltas	-20,263	10,121	0,001		
Backward seçeneği ile üretilen modeller, içerdiği değişkenler ve Wald ve önem seviyeleri						
Aşama 5	Beta (B)	Wald değeri	Ods Oranı	VIF	p	
	iskltic	-0,114	8,280	0,892	1,083	0,004
	altym	-4,614	6,085	0,010	1,023	0,014
	duzarz	3,768	4,576	43,285	1,015	0,032
	cakltas	-4,666	6,404	0,009	1,033	0,011
	sabite	7,697	8,881			0,003

p<0,05 istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 13 incelendiğinde modelin tüm teyit testlerini başarıyla geçtiği ve Nagelkerke R<sup>2</sup> oranının ise yaklaşık olarak %64 olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla son aşamada elde edilen modelin beta sabite değeri 7,697 olup, modeli yapılandıran değişkenler ise sırasıyla iskltic, altym, duzarz ve cakltas olmuştur. Ods oranlarına göre modele en

çok katkıyı ise düz arazi'nin yaptığı anlaşılmaktadır. Son olarak elde edilen model aşaması 5 için uygulanan çapraz geçerlilik testi sonucunda, elde edilen modelin eğitim veri seti ROC değeri 0,921, test veri seti ROC değeri ise 0,841 bulunmuştur (Şekil 5).

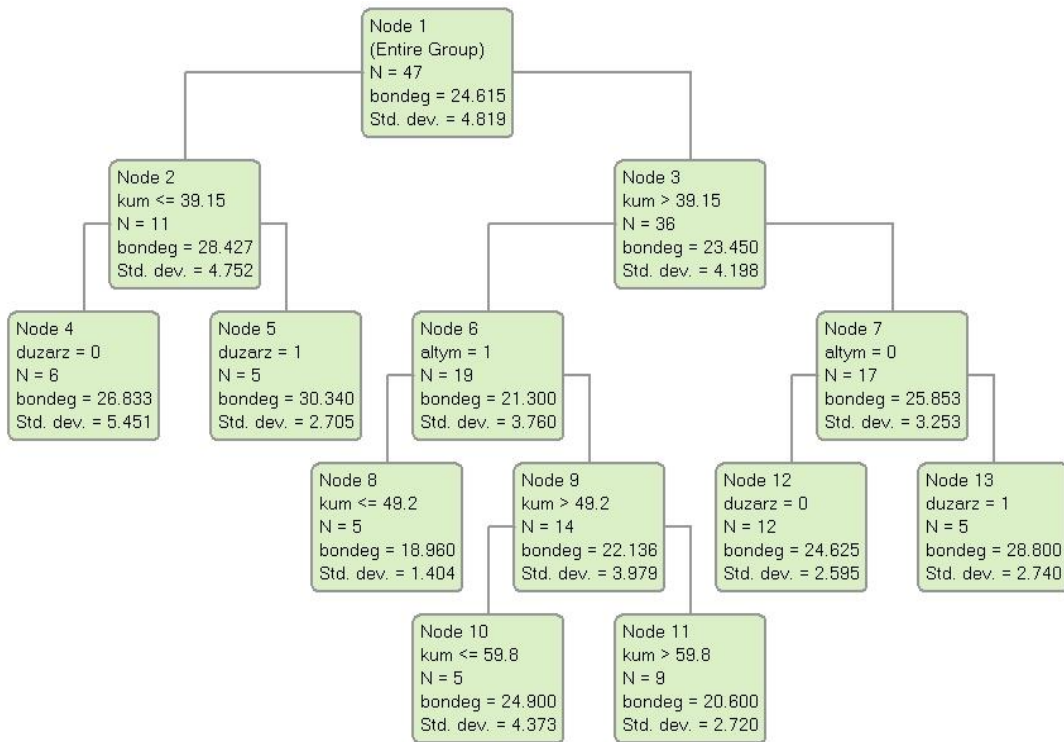




Şekil 5. Kızılcım türü 5 aşama logistik regresyon modeli için eğitim ve test veri seti ROC değerleri

Çalışmanın son aşamasında ise çok değişkenli verilerde doğrusal ilişkilerin yanında eğrisel ilişkileri de daha iyi irdelemek amacıyla regresyon ağacı tekniği uygulanmıştır.

Uygulanan analiz sonucu kızılcım verimliliği için ağaç model Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Kızılcım türü için oluşan regresyon ağaç modeli

Elde edilen modelin  $R^2$  değeri 0,53715 olup, ağaç model içerisinde 7 farklı açık uç bulunmaktadır. Bu açık uçlardan model yorumlandığında yörede kum yüzdesinin 39,15'ten küçük ya da eşit olduğu ve düz arazilerde bonitet endeksi 30,34 ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bu durum tıpkı diğer iki modelde olduğu gibi özellikle düz arazi ve topraklardaki kum içeriklerinin türün verimliliğine etki eden en önemli çevresel değişkenler olduğunu teyit etmiştir. Diğer yandan yörede özellikle kum değişkeninin 39,2-49,2 arasında olan alt yamaç arazilerinde ise bonitet endeksi 18,96 ile en düşük değere sahip olmuştur. Ağaç modele en çok ferdi katkısı sağlayan değişkenler ise sırasıyla kum (% 100), altym (%61) ve duzarz (%31) değişkenleri olmuştur.

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Kızılcım türü Akdeniz havzasının doğusunda birçok ülkede yayılış gösteren önemli bir orman ağacı türüdür (Biger ve Liphshitz, 1991). Türkiye'de esasen Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinin denize bakan yamaçlarında (Neyişçi, 1987b), kısmen ise Karadeniz bölgesinin Akdeniz iklimi niteliği taşıyan küçük ölçekli alanlarında (Akıncı, 1963; Şentürk vd., 2019) bu türün çoğunlukla saf, kısmen ise karışık ormanları bulunmaktadır. 1980 yılında yapılan envanter çalışmalarında yaklaşık olarak 3.1 milyon hektar olarak kayıt edilen bu türün ülkemizdeki yayılış alanı (OGM, 1980), günümüzde yaklaşık 5,6 milyon hektara ulaşmıştır (OGM, 2015). Ormanlarda türlerin yayılış alanının geniş olması kadar, boniteti yüksek verimli yerlerin olması da elbetteki arzu edilen bir durumdur. Buradan hareketle geçmişten günümüze doğru bu türün verimliliği

ile yetiştirme ortamı koşullarının araştırıldığı çeşitli çalışmalar olmuştur (Zech ve Çepel, 1972; Çepel, 1973; Tetik ve Yeşilkaya, 1997; Altun vd., 2007; Özkan ve Kuzugüdenli, 2010; Çelik ve Özkan, 2015). Yapılan bu çalışmaların herbirinde türün verimliliği ile ilgili olarak önemli yeni bilgiler ortaya koyulmuştur. Bu çalışmalara ilaveten Düzlerçamı yöresinde gerçekleştirilen çalışmamızda türün verimliliğine yönelik tasviri istatistiksel ve basit ikili doğrusal ilişki değerlerinin yanında, çok değişkenli analizler kullanılarak türün verimliliği modellenmiştir.

Çalışmada yer alan örnek alanların 19 tanesi I. Bonitet, 17 tanesi II. Bonitet, 13 tanesi III. Bonitet, 2 tanesi ise IV. Bonitet sahalardır. Bu sahalarda açılan toprak çukurlarının derinliği 35-112 cm arası değişim göstermiştir. Toprakların üzerinde ortalama 2,8 cm ölü örtü tabakası tespit edilmiş olup, alanda genel olarak çürüntü mul tipi ve ham humus formu gözlemlenmiştir. Topraklarda iskelet oranları kayaç formu, arazi yamaç konumu gibi değişkenlere bağlı olarak çok değişkenlik göstermiştir. Arazinin yüzey taşlılık durumları ise %5-%85 arasında değişim göstermiştir. 0-30 cm derinlik kademesinden alınan topraklara uygulanan analizler sonucunda toplam azot miktarı %0,003 -%0,287 arasında, organik madde oranları ise %0,17 - %11,74 arasında değişim göstermiştir. Toprakların karbonat oranları Çepel (1995) tarafından önerilen sınıflandırmaya göre az ile çok fazla kireçli sınıfta değişim göstermiştir. Tespit edilen kum, toz ve kil yüzdelerine göre yapılan sınıflandırmada, en çok balçıklı kil ve kumlu-killi balçık türünde topraklar tespit edilmiştir. Alanda volkanit-çökel ve kireçtaşı kayaçları mevcut kayaç formasyonları içerisinde en yaygın olanlarıdır. Bu kayaç formasyonları üzerinde en çok kırmızı Akdeniz ve kırmızımsı kahverengi orman topraklarının hakim olduğu tespit edilmiştir. Zira, Özdemir (1977) tarafından Antalya bölgesindeki kızılçam alanlarında bu toprak gruplarının da yer aldığı 9 farklı toprak grubu belirlenmiştir. Başaran, vd., (2010) tarafından ise Düzlerçamı yöresinde yapılan çalışmada kalker anakayasası üzerinde Terra rossa, Terra fusca ve Rendzina toprak tiplerinin, kireçtaşı anakayasası üzerinde ise kırmızımsı kahverengi Akdeniz orman topraklarının yaygın olduğu ifade edilmiştir.

Çalışmada ikili analizler esnasında bonitet ile yükselti arasında pozitif, sıcaklık arasında ise negatif ilişki tespit edilmiştir. Literatürde alçak rakımlarda hava hareketleri ve rüzgarın etkisi ile kızılçam türünün olumsuz etkilenebileceği ve düzgün olmayan gövdeler oluşturduğu ifade edilerek (Hoffmann, 1939), bu durumun kalıtsal olmadığına değinilmiştir (Selik, 1963). Yine Eler (1987) tarafından kızılçamların özellikle 0-400 m arası alçak zonda düşük kalitede ormanlar oluşturduğu ifade edilmiştir. Diğer yandan bazı çalışmalarda yükselti ile türün verimliliği arasında negatif ilişkiler tespit edilirken (Özkan ve Kuzugüdenli, 2010), herhangi bir ilişkinin belirlenmediği çalışmalarda mevcuttur (Zech ve Çepel, 1972).

İlişki tespit edilen çalışmalarda yorumlar genel olarak yükseltiye bağlı olarak değişen iklim koşulları üzerinden yapılmıştır. Özellikle değişen sıcaklık koşullarının bitkide vejetasyon periyoduna, yağış koşullarının ise toprakta su ekonomisine olan etkilerinden bahsedilerek, verimliliğin bu değişkenlere bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir.

Çalışmamızda tespit edilen yükselti ile pozitif, sıcaklık ile negatif olan ilişkilerin ise bu bilgiler ile değerlendirilmesini yapmak mümkündür. Düzlerçamı gibi kıyıya yakın ve tipik Akdeniz ikliminin görüldüğü bir yerde, yükselti artışı ve buna bağlı oluşan sıcaklık azalışının türün verimliliğinde düşüşe sebep olacak kadar vejetasyon periyodunu daraltmadığı anlaşılmaktadır. Fakat bunun tam tersine alandaki yükselti artışının topraktaki su ekonomisinde iyileşmeye sebep olduğu ve hava hareketlerini artırarak toprak solunumu sonucu ortaya çıkan karbondioksit döngüsünü optimize ettiği ve bunun net asimilasyonda artışa sebep olduğu ve büyümeyi olumlu etkilediği yönünde dolaylı bir yoruma gidilmiştir. Diğer yandan hava hareketleri ve su ekonomisi ile olan bu ilişkilerin Akdeniz bölgesinden iç kısımlara doğru olan türün dağılım alanlarında, yükseltiye bağlı olarak değişen sıcaklık ve büyüme periyodu ilişkilerinin gerisinde kaldığı düşünülmektedir. Bu durumda ise yükselti artışı ile azalan sıcaklıkların türün büyüme periyodunda önemli olabilecek bir daralmaya sebep olduğu ve bunun bonitette düşüşe neden olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan ikili ilişkilerde toprakların kil oranı ile bonitet arasında pozitif, kum oranı arasında ise negatif ilişki tespit edilmiştir. Altun vd., (2007) tarafından yapılan çalışmada türün boniteti ile bu değişkenler arasında aynı sonuçlar elde edilmiş olup, buradaki büyüme ilişkilerinin bu değişkenlere bağlı olarak toprakta şekillenen su ve besin ekonomisi ile alakalı olduğu belirtilmiştir.

Çalışmada ikili ilişkilerin ötesinde çok değişkenli analizler ile uygulanan aşamalı çoklu regresyon analizinde kum, alt yamaç konumu ve düz arazi formu türün verimlilik modelini şekillendiren değişkenler olmuştur. Yöre ölçeğinde elde edilen modelin bonitet kestirim denklemi; Bonitet Kestirimi = 31,123 + (altym\*(-5,709)) + (kum\*(-0,114)) + (duzarz\*(4,353)) (1) şeklindedir.

Çalışmada ikinci aşamada uygulanan lojistik regresyon analizinde ise bonitet iyi ve kötü olarak sınıflandırılmış olup buradan elde edilen modeli, yine alt yamaç arazi konumu ve düz arazi formu ile birlikte çakıltası anakayasası ve toprakların iskelet içeriği şekillendirmiştir. Bu modele ait denklem;

Model denklemi = 7,697 + (altym\*(-4,614)) + (iskltic\*(-0,114)) + (duzarz\*(3,768)) + (caktas\*(-4,666)) (2)

şeklindedir. Bu denklemden bonitet sınıfı için elde edilen kestirim denklemi;

Bonitet Sınıfı Kestirimi = ÜSTEL (MD) / 1+ ÜSTEL (MD) (3) şeklindedir. Buradan 0-1 arası değerler elde edilmekte olup, iyi bonitet sahalarda bu değer 1'e yaklaşmaktadır.

Son olarak eğrisel ilişkileride işleme alan regresyon ağacı yöntemi sonucunda elde edilen modeli ise yine toprakların kum yüzdesi, alt yamaç arazi konumu ve düz arazi formu değişkenleri şekillendirmiştir. Bu değişkenlerden kum oranı modele en büyük katkı yapan değişken olmuştur. Fakat modelde kumun etkisi negatiftir. Zira daha önce de bahsedildiği üzere, topraklardaki kum oranının kızılçam yetiştirme ortamlarında su ve besin ekonomisini sekteye uğratarak bonitette olumsuzluğa sebep olduğu ifade edilmiştir (Altun vd., 2007). Özetle regresyon ağacının açık uçlu nodlarından yapılan model yorumlarına göre, toprakların kum oranının %40'tan düşük olduğu düz arazi

formuna sahip alanlar yörede kızılçam türü için en yüksek bonitete sahip yerler olarak belirlenmiştir.

Uygulanan tüm bu modeller içerisinde aşamalı çoklu regresyon analizinde  $R^2=0,430$  olarak belirlenirken, test veri seti için bu değer  $R^2=0,288$  şeklinde biraz düşük kalmıştır. Lojistik regresyon analizinde elde edilen modelin eğitim veri seti ROC değeri 0,922, test veri seti ROC değeri ise 0,842 çıkmıştır. Bu değerler itibarıyla bu modelin geçerliliğinin oldukça iyi olduğunu söylemek mümkün olmuştur (Hanley ve McNeil, 1982; Araújo vd., 2005). Son olarak regresyon ağacı modelinde  $R^2=0,537$  olarak belirlenmiştir. Tüm bu modellerden elde edilen sonuçlar birlikte yorumlandığında ise düz arazi yüzey formunun yörede bonitete olumlu katkı yaptığı, 0-30 cm derinlik kademesindeki toprakların kum yüzdesi ve iskelet içerikleri ile çakıl taşı ve alt yamaç konumuna sahip olan yetiştirme ortamlarının ise negatif etkilerinin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca ikili ilişkiler neticesinde ise yörede bu türün boniteti üzerinde yükseltinin önemli etkileri tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yapılan bu çalışma ile elde edilen bilgiler, Düzlerçamı yöresinde türün potansiyel olarak verimli olabileceği sahalarda belirlenmesi, bu sahalarda ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmalarının yapılması aşamasında önem arz etmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışmada TÜBİTAK-2140248 no'lu proje içerisinde kızılçam türünün tespit edildiği alanların koordinatlarından faydalanılmıştır. Çalışmada TÜBİTAK 2237-A kapsamında desteklenen 1059B291700280, 1059B291700839 ve 1059B291700039 no'lu projelerinden edinile bilgilerden yararlanılmıştır. Ayrıca bu çalışmaya FYL-2018-5728 No'lu Proje ile Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından maddi destek sağlanmıştır. İlgili projelere katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Ozkan, K., Muys, B. (2010). Comparison and Ranking of Different Modelling Techniques For Prediction of Site Index in Mediterranean Mountain Forests. *Ecological Modelling*, 221(8), 1119-1130.

Akıncı, M. Y. (1963). Kızılçam ormanlarının Doğu Karadeniz mntkasındaki dağılışı ve yayılışı. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 28-35.

Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M. Bakkaloğlu, M. (2007). Murat Dağı (Uşak) Yöresinde Yayılış Gösteren Ağaç Türlerinin (Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam) Verimliliğini Etkileyen Kimi Ekolojik Etmelerin Araştırılması, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 7(1), 71-92.

Anşin, R. (1983). Türkiye'nin Flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon tipleri. *Karadeniz Üniversitesi Dergisi*, 6(2), 318-339.

Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., Erhard, M. (2005). Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11(9), 1504-1513.

Asan, Ü. (1995). Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(1-2), 23-38.

Atalay, İ., Efe, R. (2015). Türkiye Biyocoğrafyası. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri*, 536 s., İzmir.

Austrheim, G., Gunilla, E., Olsson, A. Grontvedt, E. (1999). Land-Use Impact on Plant Communities in Semi-Natural Sub-Alpine Grasslands of Budalen, Central Norway. *Biological Conservation*, 87(3), 369-379.

Avcı, M. (1993). Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne Coğrafi Bir Yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (28), 225-248.

Avcı, M. (2012). Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. *Coğrafya Dergisi*, 13, 27-55.

Başaran, M., A., Çoşgun, U., Ay, Z., Başaran, S., Yalçın, A., Güzenge, E., Çevik, N. Baş, N. (2010). Düzlerçamı Orman İşletme Şefliği'nde Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlamaya Yönelik Envanter Bilgileri ve Sınıflandırılması. *Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 420, Müdürlük Yayın No: 050, 93 s., Antalya.*

Biger, G., Liphshitz, N. (1991). The recent distribution of *Pinus brutia*: a reassessment based on dendroarchaeological and dendrohistorical evidence from Israel. *The Holocene*, 1(2), 157-161.

Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R., Stone, A.C.G. (1984). *Classification and Regression Trees*. Wadsworth International Group, Belmont, California, United States America, 319 s.

Carus, S., Su, Y. (2014). Antalya-Korkuteli Yöresi kızılçam ağaçlandırmaları için tek ve çift girişli ağaç hacim tablosunun düzenlenmesi ve mevcut tablolar ile kıyaslanması. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, s. 574-584, 22-24 Ekim 2014 – Isparta.

Clark, J. S., McLachlan, J. S. (2003). Stability of forest biodiversity. *Nature*, 423(6940), 635-638.

Cohen, J., Cohen, P., West, S.G., Aiken, L.S. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Cook, R. D. (1977). Detection of Influential Observations in Linear Regression, *Technometrics*, 19, 15-18.

Cook, R. D. (2000). Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics*, 42(1), 65-68.

Cook, R. D., Weisberg, S. (1982). *Residuals and Influence in Regression*, New York: Chapman and Hall.

Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. *Science*, 361(6407), 1108-1111.

Çatal, Y. (2009). Batı Akdeniz Bölgesi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 281.

Çelik H., Özkan K. (2015). Antalya Ovacık Dağı Yöresi'nde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Gelişimi İle Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 19(2), 190-197.

Çepel, N. (1973). Antalya - Düzlerçamı Örnek Orman işletmesinin Bazı Kızılçam Meşcerelerinde Çeşitli Jeolojik Temel Üzerinde Oluşmuş Topraklar n Azot

- Rezervleri ve Boy Artımı Üzerindeki Etkileri. TÜBİTAK IV. Bilimsel Kongresi Ankara.
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Matbaası, No: 426, 536 s., İstanbul.
- Çepel, N. (1983). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul Üniversitesi Yayın No. 3140. O.F. Yay. No. 337. Oğul Matbaası, 536 s., İstanbul.
- Davis, B.H. 1965-1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. 9 Volumes and Supplementum. At the University Press. Edinburgh.
- Death, G., Fabricius K.E. (2000). Classification and Regression Trees: a Powerful Yet Simple Technique for Ecological Data Analysis. *Ecology*, 81(11), 3178-3192.
- Eler, Ü. (1987). Kızılçamda Hasılat. Kızılçam, El Kitabı Dizisi, 2, 135-140.
- Eriksson, C.P., Holmgren, P., (1996). Estimating Stone and Boulder Content in Forest Soils — Evaluating the Potential of Surface Penetration Methods. *Catena*, 28(1), 121-134.
- Erkan, N. (1996). Kızılçam Doğal Meşcerelerinde Artım ve Büyümenin Değerlendirilmesi. *Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2, 33-43.
- Erten, P., Taşkın, O. (1985). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kabuklarında Tanen Miktarının Saptanmasına İlişkin Araştırmalar. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 147*, Ankara.
- Erten, S. (2004). Uluslararası Düzeyde Yükselen Bir Değer Olarak Biyolojik Çeşitlilik. *Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 98-105.
- FAO (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020 – Main report*. Rome.
- Fick, S.E. Hijmans, R.J. (2017). Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*.
- Hanley, J. A., McNeil, B. J. (1982). The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143(1), 29-36.
- Hijmans, R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15), 1965-1978.
- Hoffmann, A. (1939). Beiträge Zur Kenntnis der Hartkieter (*P. brutia* Ten.) *Zeitschrift für Weltforstwirtschaft* VI-4.
- Hosmer, D.W., Lemeshow., S. (2000). *Applied Logistic Regression*, 2nd ed. New York: John Wiley and Sons.
- Houghton, R. A. (1995). Global effects of deforestation. *Handbook of Ecotoxicology*, pp. 645-666.
- Jenness, J. (2006). Topographic Position Index (tpi\_jen.avx) Extension for ArcView 3. x version 1.2. Jenness Enterprises, Flagstaff, AZ.
- Kalipsız, A. (1984). *Dendrometri*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 407s, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D. (1987). *Toprak İlimi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul Üniversitesi Yay. No. 3444. O.F., Yay. No. 387. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 370 s., İstanbul.
- Karaöz, M.Ö. (1989a). Toprakların Su Ekonomisine İlişkin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Laboratuvarında Belirlenmesi Yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 39(2), 133-144
- Karaöz, M.Ö. (1989b). Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin (pH, Karbonat, Tuzluluk, Organik madde, Total Azot, Yararlanılabilir Fosfor) Analiz Yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 39(3), 64-82.
- McCune, B., Keon, D. (2002). Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of vegetation science*, 13(4), 603-606.
- McNab, W.H. (1989). Terrain shape index: quantifying effect of minor landforms on tree height. *Forest Science*, 35 (1), 91-104.
- Moisen, G.G. (2008). Classification and Regression Tree. In: Jorgensen SE (ed) *In Encyclopedia of Ecology*, 582-588.
- Neyişçi, T. (1987a). Kızılçamın ekolojisi. Kızılçam, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Serisi, 2, 23-56.
- Neyişçi, T. (1987b). Kızılçamın doğal yayılışı. Kızılçam, El Kitabı Dizisi, 2, 15-22.
- O'brien, R.M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & quantity*, 41(5), 673-690.
- OGM (1980). *Türkiye Orman Envanteri*. Or. Gn. Md. Yay. No: 13.
- OGM (2015). *Türkiye Orman Varlığı*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 32 s., Ankara.
- OGM (2020). *Türkiye Orman Varlığı*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Ille-re-Gore-Orman-Varligi.aspx>, Erişim tarihi: 12.07.2020.
- Özdamar, K. (2002). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1. 4. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 s.
- Özdemir T. (1977). Antalya bölgesinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarının tabii gençleştirme olanakları üzerine araştırmalar. *I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi A*, 27: 243-293.
- Özkan, K. (2012). Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği (SRAT) ile Ekolojik Verinin Modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13, 1-4.
- Özkan, K., Kuzugüdenli, E. (2010). Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Verimliliği İle Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 11(1), 16-29.
- Pal Axel, O., Linda-Maria, M., Hans Henrik, B. (2009). Acidification of sandy grasslands – consequences for plant diversity. *Applied Vegetation Science*, 12: 350-361.
- Selik, M. (1963). Kızılçam (*Pinus-brutia* Ten.)'ın Botanik Özellikleri Üzerine Araştırmalar ve Bunların Halepçanı (*Pinus halepensis* Mill.) Vasıfları ile Mukayesesi. *Or. Gn. Md. Yay. No: 353 (36) 88 s.*
- Şekercioğlu, Ç.H., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, Ö.E., Semiz, G., Tavşanoğlu, Ç., Yokeş, M.B., Soyumert, A., Ipekdal, K., (2011). Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation* 144, 2752-2769.

- [Sentürk, Ö., Gülsoy, S., Tümer, İ. \(2019\). Potential distribution modeling and mapping of brutian pine stands in the inner parts of the Middle Black Sea Region in Turkey. Pol. Journal of Environmental Studies, 28\(1\), 1-7.](#)
- Taş, M. (2017). Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Odun Ve Kraft Kâğıt Hamurundaki Polyozların Tespiti. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 79 s.
- Tetik, M. Yeşilkaya, Y. (1997). Antalya Yöresi Doğal Kızılcım Ormanlarında Anakaya-Toprak Derinliği-Bonitet İlişkileri. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 6, Antalya, 41 s.
- Thompson, B. (2004). Exploratory and confirmatory factor analysis: understanding concepts and applications. Washington, DC, American Psychological Association.
- Waring, R.H., Schlesinger, W.H. (1985). Forest ecosystems. Concepts and Management, Academic Press, Orlando.
- Yücel, M., Babuş, D. (2005). Doğa Korumanın Tarihçesi ve Türkiye'deki Gelişmeler. Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Dergisi, 11, 151-175.
- Zech, W., Çepel N. (1972). Güney Anadolu'daki bazı Kızılcım (*Pinus brutia*) meşcerelerinin gelişimi ile toprak ve reliyef özellikleri arasındaki ilişkiler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No. 1753/191, İstanbul.

## Robotik Kodlama Eğitim Setinin Tasarlanması ve Oluşturulması

Harun Sümbül<sup>1\*</sup> , Harun Çolak<sup>2</sup> 

**Özet:** Robotik kodlama konusu son zamanlarda adı sıkça duyulan oldukça popüler bir konudur. Milli Eğitim Bakanlığı müfredatına da girmiş olan bu konu artık devlet politikası haline gelmiş ve anaokullarından itibaren bu tür eğitimler vermeye başlanmıştır. Çünkü kodlama ile uğraşan öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerileri ile performans puanları arasındaki pozitif yönde, anlamlı ve orta düzey bir ilişki vardır. Robotik kodlama ve yazılım ile uğraşan insanların alzheimer ve demans (bunama) gibi beyin ile alakalı oldukça sık görülen hastalıklara yakalanma olasılığının daha az olduğu da bilinen bir geçektir. Bu anlamda kodlama ile uğraşmak oldukça önemlidir. Dünyada bu konuda birçok firma tarafından, hiçbir kodlama bilgisi olmayan gerek 4 yaş üstü çocuklar gerekse de emekli bireylere hitap edebilen çeşitli eğitim setleri ve yazılımlar geliştirilmektedir. Bu çalışmada oldukça uygun bir fiyata yerli ve milli bir robotik kodlama eğitim seti geliştirilmiştir ve öğrencilerin kullanımına sunulmuştur. Deney setinin öğrenciler tarafından kullanım performansının değerlendirilebilmesi için 2 ayrı etkinlik (birisi kreş öğrencileri grubu, diğeri üniversite öğrencileri grubu) gerçekleştirilerek sonucun oldukça anlamlı, kullanılabilir ve dikkate değer olduğu görülmüştür. Ayrıca geliştirilmiş olan eğitim seti halk eğitim merkezleri, gençlik merkezleri, özel okullar, kurslar, deneyap atölyeleri vb. birimler tarafından rahatlıkla kullanılabilecek niteliktedir.

**Anahtar kelimeler:** Robotik, Kodlama, Algoritma, Tasarım, Eğitim, STEM.

## Designing and Creating of Robotic Coding Education Set

**Abstract:** The topic of robotic coding is a very popular topic that has been frequently heard recently. This issue, which has also been included in the curriculum of t Turkey Ministry of National Education, has now become a state policy and such kind of trainings have been started from kindergartens. Because there is a positive, meaningful and medium level relationship between creative problem solving skills and performance scores of students who are engaged in coding. It is also a known fact that people who deal with robotic coding and software are less likely to develop brain-related diseases such as alzheimer and dementia. So, it is very important to deal with coding. Various educational sets and softwares are developed by many companies in the world that can address both children over the age of 4 and retired individuals who have no coding knowledge. In order to evaluate the performance of the use of the ex-periment set by the students, two different activities (one for the nursery students group and the other for the group of university students) were performed and the result was found to be quite meaningful, usable and remarkable. Developed training set can be used easily at the public education centers, youth centers, private schools, courses and so on.

**Keywords:** Robotic, Coding; Algorithm, Design, Education, STEM.

<sup>1</sup>**Address:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yeşilyurt Demir Çelik MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Samsun

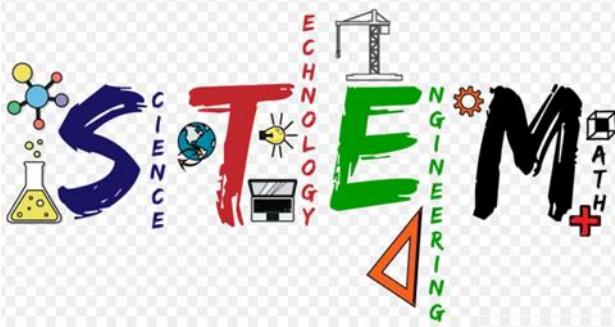
<sup>2</sup>**Address:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yeşilyurt Demir Çelik MYO, Makina ve Metal Teknolojileri Bölümü, Samsun

**\*Corresponding author:** harun.sumbul@omu.edu.tr

**Citation:** Sümbül, H., Çolak, H. (2020). Robotik Kodlama Eğitim Setinin Tasarlanması ve Oluşturulması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 103-109.

## 1. GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesi, günümüzde her alanda olduğu gibi eğitim alanında da yeni ve kolay kullanılabilir ürünlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Özellikle son dönemde dünya sağlık örgütü tarafından pandemi (dünya geneli salgın) ilan edilen koronavirüs (covid-19) tehdidi, tüm dünyada insanları, yaşamlarının neredeyse her alanında değişiklikler yapmaya zorlamıştır. Bu durum karşısında alışagelmış olan metotlar artık yerini farklı teknolojilere bırakmıştır. Bu durumdan eğitim teknolojileri de etkilenmiş olup dünya genelinde milyonlarca öğrenci uzaktan eğitime geçmek zorunda kalmıştır. Bunun yanında eğitimin aksamaması için evde kullanılabilir destek ürünlerinin geliştirilmesi ve bunları kullanıcılara ulaştırma teknolojilerinin değişmesi gerekliliği de ortaya çıkmıştır. Bu amaç doğrultusunda birçok firma kargo ve posta iletilerini dronlar yardımı ile dağıtmaya başlamıştır. Görüldüğü gibi teknoloji artık hayatımızın olmaz ise olmazı konumuna gelmiştir. Bu durum karşısında ülkemizde eğitim teknolojileri alanında akıllı tahtaların sınıflara girmesi, tablet kullanımının gittikçe yaygınlaşması gibi zorunlu uygulamaların yanında deney-yap atölyeleri, gençlik merkezleri gibi kurumların açılması ve salgın sürecini kazanca çevirecek “bir milyon yazılımcı” projesi gibi girişimler ile gençler teknoloji ile tanışmakta ve yeni yazılım ve programları öğrenme fırsatı bulmaktadır. Bu yüzden gelişen teknolojiye ayak uydurmak ve yeni nesilleri yazılım, robotik ve kodlama alanlarında en iyi ve en eğlenceli bir şekilde tanıştırmayı amaçlayan, yurtdışında popüler olan ve adını İngilizce kökenli kelimelerin baş harflerinden alan STEM (Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik)) adındaki eğitim programları da ülkemizde yaygınlaşmaya başlamıştır (Özbilen, 2018; Kağnıcı ve Sadi, 2019; Ergün ve Kıyıcı, 2019). Şekil 1’de STEM Eğitim modeli görülmektedir.



Şekil 1. STEM Eğitim modeli.

STEM eğitim programları sayesinde çocuklar, analitik düşünme yeteneklerini geliştirirken bu alanlara daha çok ilgi duymaya başlamaktadırlar. Yapılan bir bilimsel araştırma sonucuna göre, robotik kodlama ile uğraşan öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerileri ile performans puanları arasındaki pozitif yönde, anlamlı ve orta düzey bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Çankaya, Durak ve Yünkül, 2017). Yapılan başka bir araştırma sonucuna göre ise; STEM eğitimlerinin yaratıcılık becerilerinin öntest ve sontest puanları arasında, anlamlı bir farklılık olduğu ve nitel verilerden elde edilen sonuçlarında

niceli destekler nitelikte olduğu elde edilmiştir (Çakır, Yalçın, Yalçın, 2019).

Ayrıca Türkiye’de yapılan lisansüstü tezlerin bir kısmı incelendiğinde, STEM eğitiminin çoğunlukla mühendislik tasarım süreci kullanılarak uygulandığı, bunu robotik uygulamaların izlediği anlaşılmaktadır (Ergun, A. 2020). Bu amaç doğrultusunda birçok şirket tarafından robotik setleri üretilmektedir (Karal, Coşar, Bahçekapılı ve Şilbir, 2017). Bu setler sayesinde çocuklar, eğlenceli bir şekilde vakit geçirerek yeteneklerini geliştirirler. Bu hedef doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmanın amacı; çocukların algoritma mantığını kavramalarını sağlamada yardımcı olacak, programlanabilir, yerli ve milli bir Robotik Kodlama Eğitim Setinin tasarlanması ve oluşturulmasıdır. Birçok çevresel donanıma sahip olacak olan bu set sayesinde kullanıcılar için soyut kavramların öğrenilmesi kolaylaşacak, temel devre kurma mantığı anlaşılacak, kullanıcılar çevresel algılayıcıları tanıyacak, kodlama ve algoritma geliştirmeyi öğrenecek ve karşılaşılabilecekleri sorunlar için çözüm üretebilme becerisini elde etmiş olacaklardır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Tüm robotlar ve robotik sistemler, kullanım alanları ve malzeme ihtiyaçları farklılık gösterse de genel anlamda aynı alt yapı standardına sahiptirler. Ortamdan bilgi sinyali almak için sensörlere, bilgiyi işleyip buna göre karar verme ve çıkış sinyali üretebilmeleri için denetleyicilere, gelen çıkış sinyaline göre davranış sergileyebilmesi için aktüatörlere ihtiyaç vardır. Robotik kodlama eğitim seti geliştirilmesinde kullanılan materyaller genel olarak şu şekildedir; *Denetleyici*: robotta beyin görevi görüp sensörlerden alınan bilgiye göre çıkışında bulunan motor, LED, selenoid valf gibi aktüatörlere komut verir. Kontrol kartları kendi içlerinde mikrokontrolcüler ve tek kart bilgisayarlar olarak ayrılırlar. Mikrokontrolcüler tek bir programı çalıştırmak için tasarlanmışlardır. Sensör bilgisi alma, motor çalıştırma ve haberleşme birimlerini yönetme gibi işlemler için yeterli kapasiteye sahiptirler. *Sensörler*: Robotikte ışık, sıcaklık, mesafe gibi fiziksel büyüklükleri elektrik sinyallerine dönüştürmek ve bu bilgileri işleyecek karar mekanizmaları kurabilmek için kullanılır. *Motorlar*: Motor tercihi bir robotun beklenen performansta çalışması için en önemli etkenlerden biridir. Robotlarda motor tercihi yaparken motor tipinin yanında fiyatı, kullanım kolaylığı, güç-tork-hız-pozisyon kontrolü gibi karakteristikleri de önemli kriterlerdendir.

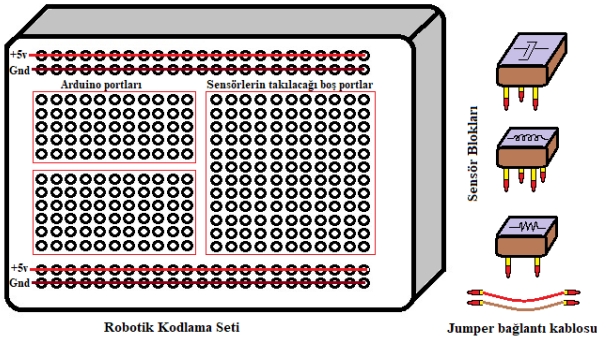
*Kablosuz Haberleşme Modülleri*: Bluetooth, WiFi gibi protokoller ile robotun uzaktan kontrolü sağlanır, ayrıca internete bağlı bir cihaz durumuna da getirilebilir. Bu bölümde geliştirilen eğitim seti tanıtılacaktır.

### 2.1. Mekanik Aksam

#### Tabla Özellikleri

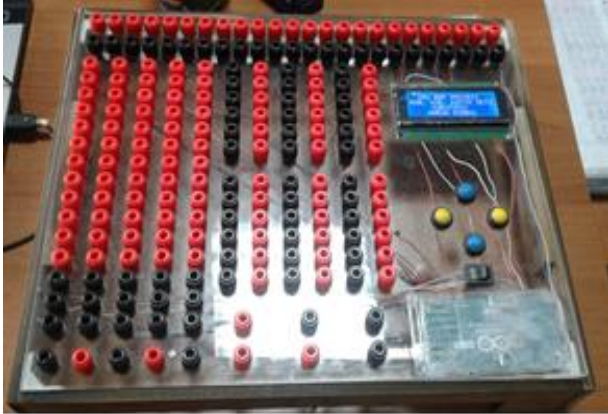
Çevresel donanımların üzerine takıldığı ve iletken kablolar ile birbirine bağlanarak tak-çıkart özellikli iletim kanallarına sahip olan tabla; sağlam, şeffaf, fiberglas malzemeden ergonomik bir tasarım ile üretilmiş ve eğitim setinin ana

gövdesi oluşturulmuştur. Gövde üzerine yatay ve dikey olarak sensör bloklarının takılacağı tak-çıkart özellikli iletim kanalları yerleştirilmiş olup tüm kanalların gerekli arduino pinlerine, güç ve topraklama bağlantısı iletken kablolar yardımı ile sağlanmıştır. Mikrodenetleyici (Arduino Mega) pin çıkışları, jumper kablolar yardımı ile eğitim seti üzerindeki ilgili noktalara taşınarak çoğaltılmıştır. Böylece daha rahat bir çalışma imkânı oluşturulmuştur. Eğitim seti üzerinde robotik ve kodlama için gerekli tüm sensörler ve çevre elemanları rahatlıkla sökölüp takılabilir şekilde yerleştirilebilmektedir. Böylece kodlamaya yeni başlayan 4 yaş ve üzerindeki çocukların sensör modüllerini kavraması ve taşıyıp monte etmesi oldukça kolay hale getirilmiştir. Tabla üzerinde 124 adet pin bulunmaktadır. Ayrıca aç/kapa düğmesi, 4 adet buton ve LCD ekranda tabla üzerinde sabitlenmiştir. Eğitim seti tabla tasarımı Şekil 2’ de görülmektedir.



Şekil 2. Robotik kodlama eğitim seti tablası.

Şekil 3’ de ise gerçekleştirilen eğitim seti tablası kullanıma hazır en son haline ait resimler görülmektedir.

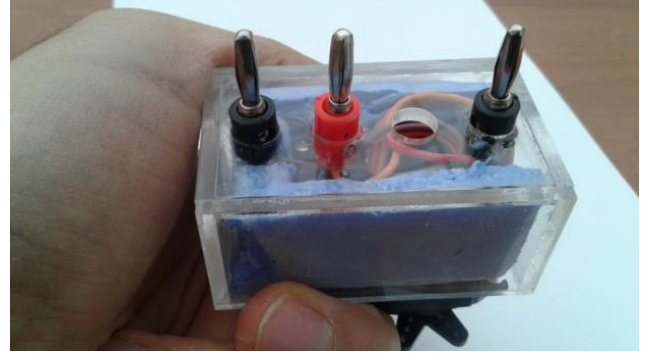


Şekil 3. Robotik kodlama eğitim seti tablası en son hali.

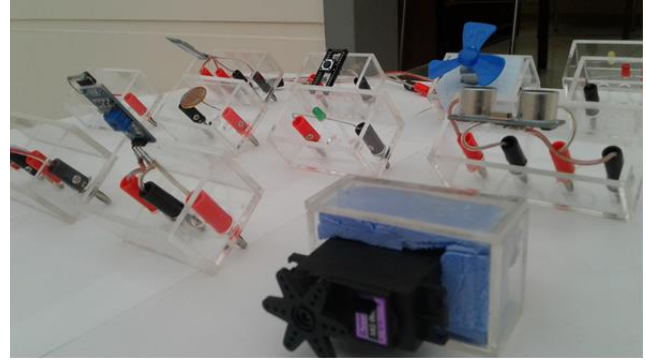
### Bloklar ve Özellikleri

Bu aşamada, robotik kodlama uygulamalarında kullanılması oldukça önemli olan toplamda 12 sensör için bloklar oluşturulmuş ve her blok için ayrı kod satırları oluşturulmuştur. Bloklar fiziksel olarak ilkökul öğrencileri ve 4 yaş kreş çocuklarının rahatça kavrayıp tabla üzerinde ilgili yere takabilecekleri şekilde imal edilmiştir. Böylece elden kayma/düşme vb. olumsuz durumların önüne geçilmiştir. Ayrıca her bir blok parçasındaki sensörün

arızalanıp değiştirilme ihtimali de göz önünde bulundurulmuş ve bu işleme kolaylık sağlaması için blok içerisindeki sensörlerde kolay değiştirilebilecek şekilde tasarım yapılmıştır. Bloklar 4 pinli olup bazı sensörler için tüm pinler kullanılırken bazı sensörler içinse 2 veya 3 pin kullanımı yeterli olmuştur. Bloklarda tablada olduğu gibi sağlam, şeffaf, fiberglas malzemeden üretilmiştir. Üretilen blok yapısı Şekil 4’ de ve Şekil 5’ de görülmektedir.



Şekil 4. Sensörlerin bulunduğu bloklar (3 pinli sensör örneği).



Şekil 5. Proje için geliştirilen sensör blokları.

## 2.2. Elektronik Aksam

Geliştirilen eğitim setinde denetleyici olarak; Orjinal Arduino Mega 2560 R3 kullanılmıştır. Bu mikrodenetleyicilerin ilgili pin bağlantıları, uygulama geliştirme tablası alt tarafında iletken kablolar yardımı ile gerekli noktalara taşınarak lehimlenmiş ve sabitlenmiştir. Kullanılan sensörler; led, buton, buzzer, potansiyometre, Servo motor, LDR, DC Motor, HC-SR4 ultrasonik mesafe sensörü, LCD ekran, DTH11 sıcaklık ve nem sensörü, bluetooth, Ldr, HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü, LCD Ekran, DC motor ve röle olmak üzere 12 adettir ve her bir sensörün pin sayısına göre özel şeffaf sensör blokları oluşturulmuştur. Robotik kodlama eğitim setinde kullanılan elektronik malzemeler Tablo 1’de görülmektedir. Blok imalatında insan sağlığına zarar vermeyecek, kokusuz, alerji yapmayan malzemeler tercih edilmiştir. İmal edilen sensör blokları, çocukların elleri ile kavrayabileceği büyüklükte olup, motor becerilerini artıracak ve tabla üzerine yerleştirebilecekleri tak-çıkart özelliğindedir. Normalde oldukça küçük olan elektronik elemanlar ve sensörler, yapılacak blok içerisine yerleştirme işlemi ile kolayca tutulabilecek hale getirilmiştir.



**Tablo 1.** Robotik kodlama eğitim setinde kullanılan elektronik malzemeler.

No:	Kullanılan Malzeme ismi	Pin sayısı
1	Led (farklı renklerde)	2
2	buton	2
3	buzzer	2
4	potansiyometre	3
5	Servo motor	3
6	DTH11 sıcaklık sensörü	3
7	bluetooth	4
8	röle	5
9	DC motor	2
10	Ldr	2
11	HCSR04 UltrasonikSensör	4
12	LCD Ekran	12

### 2.3. Yazılımsal Bileşenler

Robotik kodlama konusu oldukça geliştirilebilir ve her yaşa uygun proje yapılabilir bir alandır. Bu yüzden dünyada bu alanda kullanılan çok çeşitli yazılımlar ve donanımlar geliştirilmiştir (Sayın ve Seferoğlu, 2016). Kodlama yeniçağın alfabesi olarak nitelendirilmektedir (Karadeniz, 2017). Bu çalışma neticesinde elde edilen Robotik Kodlama Eğitim Setinde, mikrodenetleyici programlamak için Arduino yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca Eğitim Seti; tüm dünyada oldukça popüler olan, bloklar ile sürükleyerek mantığına göre çalışan mBLOK ve çeşitli animasyonların geliştirilebildiği, kukla ve sahne seçeneklerinin bulunduğu Scratch programlarının kullanımına uygun olarak üretilmiştir.

#### Arduino Yazılımı

Arduino hem Windows, hem Mac, hem de Linux tabanlı işletim sistemlerinde çalışabilen açık kaynak kodlu bir yazılımdır. Program kurulumu oldukça basittir. Arduino IDE çalıştırıldıktan sonra kullanılan Arduino türü (mega, uno, mini, leonardo vb.) ve Arduino'nun hangi porta bağlı olduğu (COM port) seçilir ve yazılım geliştirme ortamında kodlar oluşturulmaya başlanır. "Serial Monitor" özelliği ile arduinoya alınan veya arduinoya gönderilen veriler gerçek zamanlı izlenebilir. Bu çalışmada Arduino V.1.6.4 kullanılarak arduino 2560 mikrodenetleyicisi için uygulama yazılımları geliştirilmiştir.

Arduino IDE, arduino kitleri için geliştirilen; komutların yazılmasına, derleme işleminin yapılmasına ve son olarak ta derlenen kodları doğrudan (bilgisayarın USB portuna bağlı olan) Arduino kite yüklenmesine olanak sağlayan yazılım geliştirme platformudur. <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> internet adresine girilerek Arduino IDE'nin en son sürümü ücretsiz olarak indirilebilmektedir (maker, 2019).

#### mBlok (mBlock) Yazılımı

mBlok, Makeblock firmasının üretmiş olduğu robot kitlerini programlamak için tasarladığı Scratch tabanlı bir geliştirme programıdır. mBlok Arduino'yu kodlama konusunda en kolay blok tabanlı kodlama programıdır. mBlok kod bloklarını C++ diline dönüştürebilen bir derleyici ve dönüştürücüye sahiptir. Bu programda hazır kod bloklarını bulunur ve fare ile bu kodları sürükleyerek kod blokları oluşturulur. Bu kod blokları Arduino'ya yüklenebilir ve hazırlanan elektronik devreler bilgisayardan bağımsız bir şekilde çalıştırılabilir. mBlok'ta programlama öğrenmek veya öğretmek için kullanılabilecek yapılar "Betikler" başlığı altında; "Hareket", "Görünüm", "Ses", "Kalem", "Veri-Bloklar", "Olaylar", "Kontrol", "Algılama", "İşlemler" ve "Robotlar" olmak üzere toplam 10 kategoride toplanmıştır. Bunların kullanımıyla programlar oluşturulmaktadır. Seksenden fazla sahne, yüzden fazla kılık ve ses; çeşitli kategori, tema veya türlere göre ortamın kütüphanesinden seçilebilmekte, istenildiğinde bilgisayarda bulunan veya oluşturulan dekor, kukla ve sesler kullanılabilir. İstenirse programın sunduğu dekor, kukla ve ses aracıyla da oluşturulabilmektedir (eakod, 2019)

#### Scratch Yazılımı

Scratch programlama ortamı, 2003 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) Medya Laboratuvarında yer alan Lifelong Kindergarten grubunun bir projesi olup, özellikle 8-16 yaş grubu bireyler için tasarlanmış olsa da günümüzde hemen her yaşta insanların kullanabileceği görsel bir programlama ortamıdır. Her hangi bir kod yazmayı gerektirmeyen ara yüzü sayesinde, kullanıcılar kod bloğunu bir yerden bir yere sürükleyerek projeler oluşturabilmekte ve özellikle de algoritma öğreniminde güçlük çekenler ya da programlamaya yeni başlayan kullanıcılar için büyük kolaylıklar sunmaktadır. Kullanıcı dostu ve basit ara yüzü sayesinde milyonlarca insan evde, okulda, kütüphanelerde ya da sosyal merkezlerde Scratch projeleri oluşturabilmekte ve oluşturdukları projeleri dünyanın her tarafından Scratch kullanıcıları ile çevrimiçi ortamda paylaşabilmektedirler. 40' in üzerinde dil desteği ile 150' den fazla ülkedeki kullanıcılar birbirleriyle rahatlıkla iletişim kurabilmekte ve işbirlikçi projeler oluşturabilmektedir. Scratch programı açık kaynak kod hizmeti ile kullanıcılarına çevrimiçi ortamda paylaşılan bir projeyi inceleme, düzeltme ya da o çalışmayı geliştirme imkânı da sunmaktadır. Böylelikle ortamda paylaşılan bir proje diğer kullanıcılar için yeni bir ilham kaynağı olabilmekte ve kullanıcıları daha farklı olanı yapmaya motive edebilmektedir. Scratch programı, müzik, resim öğeleri, simülasyonlar, oyun, sunu, videolar, animasyonlar ve daha birçok multimedya öğesi ile projeler oluşturulmaya imkân sunması bakımından, farklı derslerde de kullanılabilmektedir. Algoritma ve programlama öğretiminin haricinde, Matematik, fen, yabancı dil, sosyal bilgiler gibi derslerde öğrenilmesi zor olan bir takım konular Scratch projeleri ile zevkli hale getirilebilir ve bu konular öğrencilere oyun oynayarak öğretilir.

Kurulumu ve kullanımı tamamen eğitim amaçlı olan Scratch yazılımı ile kullanıcılar elektronik devreleri ya da bir takım gerçek nesnelere kontrol edebilir, yeni komut ve

kontroller geliştirebilir. Kullanıcılar Picoboard olarak isimlendirilen elektronik bileşen ile Scratch programı arasında etkileşim kurarak devreye hükmedebilir. Örneğin ışık ya da ses sensörü sayesinde yazdıkları bir programı çalıştırdıklarında gerçek ortamda sesi işitebilir. Uygun devreler aracılığıyla ekrandaki bir karakteri konsoldaki düğmeler ile hareket ettirebilir. Programın bu ve buna benzer özellikleri sayesinde kullanıcılarda analiz, yaratıcılık, farklı düşünme, sistematik düşünme, problem çözme gibi bir takım becerilerin gelişmesi sağlanabilir. Son yıllarda öğrenilmesi kolay, kullanıcı dostu ve görsel özelliklere sahip programlama dillerinin yaygınlaşması, programlama öğretiminin ilköğretim kurumlarında yaygınlaştırılabileceği fikri eğitimcileri ve araştırmacıları cesaretlendirmiştir (Çatlak, Tekdal ve Baz, 2015).

#### *Fritzing Yazılımı*

Fritzing, elektronik donanım tasarımı için amatör veya hobi CAD yazılımı geliştirmek, tasarımcıları ve sanatçıları bir

prototiple denemekten daha kalıcı bir devre inşa etmeye geçmeye hazır olan sanatçıları desteklemek için açık kaynaklı bir girişimdir. Fritzing, Arduino ve diğer elektronik tabanlı projelerde prototipten üretime geçerken üretim maliyetlerini azaltmayı ve çıkabilecek fiziksel sorunları en aza indirmeyi amaçlayan açık kaynak kodlu bir devre tasarım programıdır (fritzing, 2019).

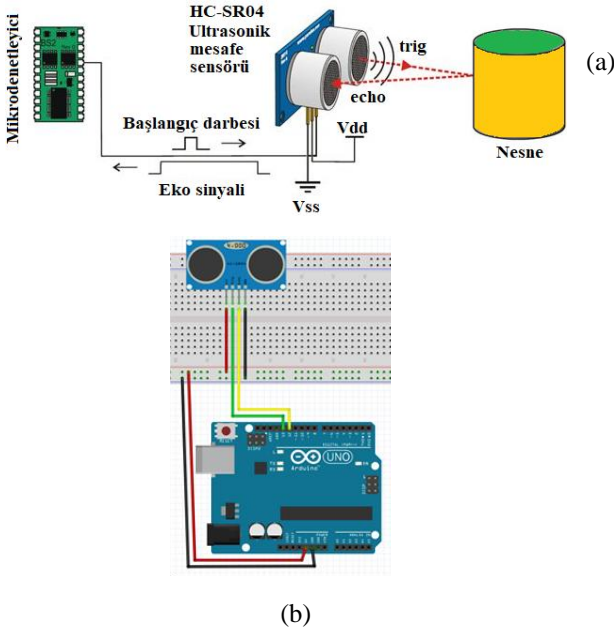
### **3. BULGULAR**

Proje kapsamında geliştirilen Robotik Kodlama Eğitim Seti için hem mBlok programı hem de Arduino IDE kullanılarak eğitim setinde kullanılan 18 algılayıcının her biri için ayrı ayrı program kodları oluşturulmuş ve sette denenmiştir. Program komutlarını geliştirilen sette denemeden önce programlar fritzing programı aracılığı ile kurulup çalışabilirliği görüldükten sonra uygulamalara geçilmiştir. Tablo 2’ de Robotik kodlama eğitim seti kullanılarak geliştirilen uygulamalar ve kullanılan yazılımlar görülmektedir.

**Tablo 2.** Robotik kodlama eğitim seti kullanılarak geliştirilen uygulamalar

No:	Kullanılan Malzeme ismi	Kullanılan yazılımlar
1	Led Blink (1-2-3led)	mBlok, Arduino, Fritzing
2	Led-Buton	mBlok, Arduino Fritzing
3	Buzzer	mBlok, Arduino, Fritzing
4	Buzzer ve LED	mBlok, Arduino, Fritzing
5	Potansiyometre	mBlok, Arduino, Fritzing
6	Potansiyometre İle Sıralı LED Yakma	mBlok, Arduino, Fritzing
7	Potansiyometre İle Servo Motor Kontrolü	mBlok, Arduino, Fritzing
8	LDR İle Gece Lambası	mBlok, Arduino, Fritzing
9	İki Buton İle Bir DC Motor Kontrolü	mBlok, Arduino, Fritzing
10	HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü	mBlok, Arduino, Fritzing
11	Park Sensörü	mBlok, Arduino, Fritzing
12	LCD Ekran	mBlok, Arduino, Fritzing
13	DTH11-seri port	mBlok, Arduino, Fritzing
14	DTH11- LCD Ekran	mBlok, Arduino
15	Bluetooth	mBlok, Arduino, Fritzing
16	Röle	mBlok, Arduino, Fritzing
17	Sahne ve LDR ile gece lambası Uygulaması	mBlok, Arduino, Fritzing, Stratch
18	PANDA-POT Uygulaması	mBlok, Arduino, Fritzing, Stratch
19	Kuş uçurma Uygulaması	mBlok, Arduino, Fritzing, Stratch

Bu bölümde robotik projelerde Arduino ile kullanılan en popüler sensörlerden birisi olan HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörünün geliştirilen eğitim seti ile uygulaması anlatılacaktır. HC-SR04 kullanımı oldukça kolaydır ve program kısmı doğru olduğu sürece 2–400cm arası uzaklıkları düzgün bir şekilde ölçebilmektedir. Sensörün Trig pininden uygulanan sinyal 40 kHz frekansında ultrasonik bir ses yayılmasını sağlar. Bu ses dalgası herhangi bir cisme çarpıp sensöre geri döndüğünde, Echo pini aktif hale gelir. İki sinyal arasındaki süre ölçülerek (sesin yankısı algılanarak) cismin sensörden uzaklığı tespit edilebilir. Şekil 6’ da, HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü mikrodenetleyici ile olan bağlantısı görülmektedir.



Şekil 6. HC-SR04 ile mikrodnetleyici bağlantısı(a), fritzing çizimi (b).

Fritzingde çizilip test edilen devre, Şekil 7' de görüldüğü gibi geliştirme seti üzerine kurulmuş ve çalıştırılmıştır.



Şekil 7. HC-SR04 ultrasonik mesafe sensörü devresi eğitim seti üzerinde kurulumu.

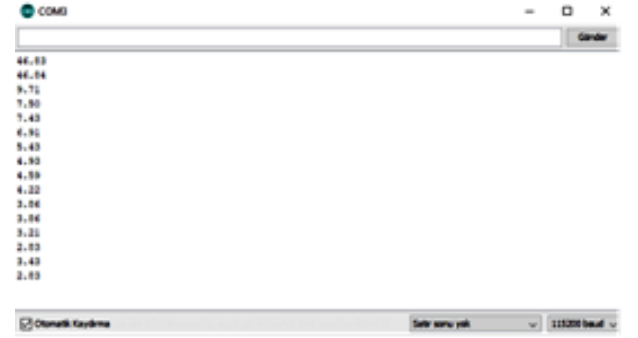
Şekil 8' de ise uygulamanın mBlok kodları görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere blokta 13 nolu tetik pini HC-SR04 üzerindeki Trig pinine, 12 Okuma pini ise HC-SR04 üzerindeki Echo pinine bağlanmıştır.



Şekil 8. HC-SR04 Ultrasonik mesafe sensörü uygulaması program kodları.

Eğitim seti üzerine kurulup çalıştırılan programı seri port ekranı açıldığında ekranda Şekil 9' daki gibi değerler görülecektir. Bu değerler, sensör ile engel arasındaki mesafeyi cm cinsinden göstermektedir. Buradan

anlaşılacağı gibi engel giderek sensöre yaklaşmakta ve aradaki mesafe de giderek azalmaktadır (aradaki mesafe 46cm' den 2cm' ye düşmüştür).



Şekil 9. Sensör ile engel arasındaki mesafenin seri portta görünümü.

Bu uygulamaya ait Arduino IDE Yazılımı ile oluşturulan komut satırları ise aşağıda görülmektedir;

```
#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include <SoftwareSerial.h>
double mesafe;
float getDistance(int trig,int echo){
  pinMode(trig,OUTPUT);
  digitalWrite(trig,LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trig,HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trig,LOW);
  pinMode(echo,INPUT);
  return pulseIn(echo,HIGH,30000)/58.0;
}
void setup(){
  Serial.begin(115200);
}
void loop(){
  mesafe = getDistance(13,12);
  Serial.println(mesafe);
  _delay(0.1);
  _loop();
}
void _delay(float seconds){
  long endTime = millis() + seconds * 1000;
  while(millis() < endTime)_loop();
}
void _loop(){
}
```

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Robotik kodlama konusu oldukça geliştirilebilir ve her yaşa uygun projeler yapılabilir bir alandır. Bu çalışmada oldukça uygun bir fiyata yerli ve milli bir robotik kodlama eğitim seti geliştirilmiştir. Bu set ile kullanıcılar, robotiğin temeli olan; motor sürme, LCD' ekranda değer okuma, seri port kullanımı, bluetooth ile kablosuz haberleşme, röle sürme, ultrasonik mesafe sensörü kullanabilme vb. konularında bilgi birikimine sahip olacaklardır. Bu çalışma kapsamında robotik ve kodlama alanında en yaygın olarak kullanılan 12 adet sensör kullanılarak toplamda 18 adet uygulama geliştirilmiştir. Uygulamalar içinse 4 ayrı programda (Arduino, mBlok, Scratch, Fritzing) kodlar oluşturulmuş ve

yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan birisi dünyada en sık kullanılan ve bloklar ile sürükle-bırak mantığı ile çalışan mBlok yazılımı, diğeri ise yine son zamanlarda dünyada oldukça popüler olan Arduinonun kendi IDE yazılımıdır. Böylece seti kullanacak bireyler her iki programlama dili ile de çalışabileceklerdir.

Deney setinin öğrenciler tarafından kullanım performansının değerlendirilebilmesi için 2 ayrı etkinlik (birisi kreş öğrencileri grubu, diğeri üniversite öğrencileri grubu) gerçekleştirilerek sonucun oldukça anlamlı, kullanılabilir ve dikkate değer olduğu görülmüştür.

Etkinliğin ilki, Samsun/Çarşambada ilçesinde bir gündüz bakım evinde 10 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin uygulanması için öğrencilere kurmaları gereken 5 farklı devre verilmiş ve bunların eğitim seti üzerinde kurulması istenmiştir. Katılımcı öğrenciler, devreleri kurarlarken hem öğrendiklerini hem de öğrenmekten zevk aldıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, faaliyeti uygulayan öğretmenler, aktivitede kullanılan deney seti için kullanımının kolay olduğunu ve bunun da sınıfta yapılacak aktiviteye bir avantaj yarattığını ifade etmişlerdir. Diğer etkinlik ise Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yeşilyurt Demir Çelik MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Etkinliğe 20 üniversite öğrencisi katılmış ve eğitim seti ile 10 farklı devre oluşturmaya çalışmışlardır. Etkinlik sonunda kullandıkları eğitim seti hakkında oldukça pozitif yorumlar yapmışlar ve bu setin kullanımının mevcut diğer deney setlerine nazaran daha basit ve kolay olduğunu dile getirmişlerdir.

Eğitim seti, Samsun Elektrik Mühendisleri Odası tarafından da kullanılmış ve burada genç mühendis adaylarına eğitim seti ile çeşitli eğitimler verilmiştir. Görüldüğü gibi eğitim seti, her kesimden pozitif puan almış olup halk eğitim merkezleri, gençlik merkezleri, özel okullar, kurslar vb. birimler tarafından da rahatlıkla kullanılabilir nitelikte olduğu görülmüştür.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) koordinatörlüğü tarafından PYO.YMY.1901.19.001 proje numarası ile desteklenmiştir. Ayrıca ilgilerinden dolayı EMO (Elektrik Mühendisleri Odası) Samsun şubesine teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Çankaya, S. Durak G. Yünkül E. (2017). Robotlarla Programlama Eğitimi: Öğrencilerin Deneyimlerinin ve Görüşlerinin İncelenmesi. Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry (TOJQI) Cilt 8, Sayı 4, Ekim 2017: 428-445.
- Çakır, Z , Altın Yalçın, S , Yalçın, P . (2019). Montessori Yaklaşım Temelli STEM Etkinliklerinin Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Yaratıcılık Becerilerine Etkisi. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD) , 4 (2) , 392-409 . DOI: 10.21733/ibad.548456
- Çatlak Ş. Tekdal M. Baz F.Ç. (2015). Scratch Yazılımı İle

Programlama Öğretiminin Durumu: Bir Doküman İnceleme Çalışması. Journal of Instructional Technologies & Teacher Education Vol 4 No 3 (2015),13-25

- eakod (2017, Ekim 11) mBlok Robotik Uygulamaları < <http://eakod.com/robotik/index.php/2017/10/11/mblock-arayuzu/> > (2019, Aralık 19)
- fritzing (2019, Aralık 19) <<http://fritzing.org/>> (2019, Ekim 11)
- Ergün, A., Kıyıcı, G. (2019). Fen bilgisi öğretmeni adaylarının stem eğitimine ilişkin metaforik algıları. Kastamonu Education Journal, 27(6), 2513-2527. doi:10.24106/kefdergi.3405
- Ergun, A. (2020). 2012-2018 Yılları Arasında Türkiye’de Gerçekleştirilen STEM Eğitimi Konulu Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi. Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 14(31), 393-421. doi: 10.29329/mjer.2020.234.19
- Kağnıcı, A., Özlem, S. (2019). Let’s Form a Reflex Arc Model: A STEM Activity, Journal of Inquiry Based Activities (JIBA), 2019; 9(2):84-95.
- Karadeniz Ş. (2017). 3. Milli yazılıma geçmeli. Kodlama eğitiminin kazandırdıkları. Bahçeşehir Koleji, [www.codingBk.com](http://www.codingBk.com),21 Mar 2017. (Erişim Tarihi: 19.12.2019)
- Karal H. Coşar A. M. Bahçekapılı E. Şılbir L. (2017). Kodlayıp Projesi. 5th International Instructional Technologies & Teacher Education Symposium - ITTES 2017,İzmir, Türkiye.
- Özbilen A. G. (2018). STEM Eğitime Yönelik Öğretmen Görüşleri Ve Farkındalıkları. Scientific Educational Studies. vol: 2 Issue:1 June 2018.
- Sayın Z. Seferoğlu S.S. (2016). Yeni Bir 21. Yüzyıl Becerisi Olarak Kodlama Eğitimi ve Kodlamanın Eğitim Politikalarına Etkisi. XVIII. Akademik Bilişim Konferansı -AB 2016, Adnan Menderes Üniversitesi, 30 ocak - 5 Şubat 2016.
- Semiz, T. Y. (2018, Aralık 24) Arduino Nedir? < <https://maker.robotistan.com/arduino-yazilim-kurulum/> > (2019, Aralık 19)

## Additional data to the Aphodiinae fauna (Coleoptera: Scarabaeidae) of the Sündiken Mountains, Turkey

Doğan Erhan Ersoy<sup>1\*</sup> , Abdullah Hasbenli<sup>1</sup> 

**Abstract:** Aphodiinae subfamily is represented with 6762 species and subspecies belonging to 521 genera in the Palearctic region. This family is presented by taxa of 61 genera and 161 species and subspecies in Turkey. Nineteen species are endemic to Turkey. Scarabaeidae family members can be fed on different types of food. Aphodiinae members are usually recorded from cow dung. So, they are called coprophagous insects. They play an important role in the nitrogen cycle. This study was conducted in Sündiken Mountains in Eskişehir province of Turkey, from 2011 to 2013 years. The Sündiken Mountains are rich in plant diversity and variable micro climate. Study area visited 13 different time 40 days. The samples were caught with pitfall traps, light traps and directly by hand or forceps. The aim of this study is to reveal the Aphodiinae fauna on Sündiken mountains, which is one of the important biodiversity areas in Turkey. Due to Aphodiinae's ecological roles and their largest number in Scarabaeidae family, study focused on them. The paper presented original records of 29 species where recorded from Eskişehir province. Nineteen new city records given from this province. The species distribution maps for Turkey, aedeagus and habitus photographs were presented in the study.

**Keywords:** Coprophagy, Dung beetles, Eskişehir, Faunistic list.

<sup>1</sup>**Address:** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta.

**\*Corresponding author:** entomol.erhanersoy@gmail.com

**Citation:** Ersoy, D.E., Hasbenli, A. (2020). Additional data to the Aphodiinae fauna (Coleoptera: Scarabaeidae) of the Sündiken Mountains, Turkey. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 110-124.

### 1. INTRODUCTION

The family Scarabaeidae, represented by 30.000 species of beetles worldwide, is one of the most crowded insect families (Hanski Cambefort, 1991). This family is represented in the Palearctic region with 6762 species and subspecies belonging to 521 genera (Löbl & Löbl, 2016). Aphodiinae subfamily in Turkey is represented by taxa of 61 genera and 161 species and subspecies. Nineteen species are endemic to Turkey (Löbl & Löbl, 2016). Aphodiinae is the family with the most species in Scarabaeidae (Löbl & Löbl, 2016). Many different options and new opinions have been suggested in the classification of the family Scarabaeidae. It is difficult to recognize the sub taxa of the family due to these different views, because it can differ according to the sub-family, genus and sub-genus rankings (G. Dellacasa, Bordat, et al., 2001; Ghahari et al., 2011; Löbl & Löbl, 2016; Löbl & Smetana, 2006). Because the Aphodiinae subfamily contains too many genus group taxon, it is very difficult to find the correct species (G. Dellacasa, Bordat, et al., 2001).

Scarabaeidae family members can be fed on different types of food. Aphodiinae members are usually recorded from cow dung. So, they are called coprophagous insects. They play an important role in the nitrogen cycle (Anlaş et al., 2011b; Giovani da Silva et al., 2012). Aphodius are dweller dung beetles and they increase bacterial density and decrease hyphal density through substrate mixing (Lussenhop et al., 1980).

The first studies on Scarabaeidae in Turkey started with the name of Turkestan fauna, which includes Turkey, by Edmund Reitter in 1908. Other researchers working in Turkey are Viladimir Balthasar, Axel Bellman, Giovanni Dellacasa, Giuseppe Maria Carpaneto, Marco Dellacasa, István Rozner, György Rozner, Riccardo Pittinodurn (Bellmann, 2007; Carpaneto, 1973, 1976; Carpaneto et al., 2000; Carpaneto Piattella, 1989; G. Dellacasa, Bordat, et al., 2001; G. Dellacasa, Dellacasa, et al., 2001; G. Dellacasa Dellacasa, 2006; M. Dellacasa Kirgiz, 2002; Pittino, 1982a, 1982b, 1995, 1996; Rozner Rozner, 2009). Early studies by local researchers in Turkey are agricultural catalog records made by Süheyla Gül-Zümreoğlu in 1972. Especially with the studies of Yakup Şenyüz and his team, domestic studies

have accelerated in Turkey. After this work, several researchers have started to work on Turkish Scarabaeidae fauna. Thus there has been significant progress up to date (Anlaş, 2011; Anlaş et al., 2011b, 2011a; Küçükaykay et al., 2013; Lodos et al., 1989, 1999, 2003; Özgen et al., 2014, 2014; Pehlivan, 1988, 1989; Senyuz et al., 2019; Şenyüz, 2015, 2017; Şenyüz, Dindar, Altunsoy, 2013; Şenyüz, Dindar, Gülmez, et al., 2013; Şenyüz et al., 2016, 2017; Şenyüz Şahin, 2009a, 2009b, 2013).

The Sündiken Mountains are rich in plant diversity and micro climate. Except for the western part of the mountain range, it is surrounded by steppes, while the west is associated with Bilecik forests along the Sakarya valley. Except for the western part of the mountain range, it is surrounded by steppes. The west of this mountain is associated with Bilecik forests along the Sakarya valley. East-West direction, it has its own vegetation layers, deciduous and evergreen forests on its North and South slopes (Ekim & Akman, 1990). The aim of this study is to reveal the Aphodiinae fauna on Sündiken mountains, which is one of the important biodiversity areas in Turkey (Eken et al., 2006). Due to Aphodiinae's ecological roles and their largest number in Scarabaeidae family, study focused on them.

## 2. MATERIAL and METHOD

The samples were collected for all seasons between the years of 2011 to 2013 at Sündiken Mountains. In this study, totally 327 localities were visited, at 13 different times and 40 days. Bilecik is located in the west, Ankara is located in the north and the east, Eskişehir is located in the south of Sündiken mountains (Figure 1). Maps were prepared with Arc GIS 10.02. Aphodiinae samples were collected with pitfall traps, light traps and directly by hands or by tweezers in cow dung. All of the specimens were preserved at Zoological Museum of Gazi University (ZMGU). The photographs of samples were taken with Nikon AF-S DX 18-105mm F3.5-5.6 VR, Nikon AF 105mm f/2.8D, Nikon D7000 body. Diagnosis was completed with Baraud, 1992; G. Dellacasa, Bordat, et al., 2001; Ballerio, et al. 2019.



**Figure 1.** Location of the Sündiken Mountains in Turkey. Sündiken Mountains is shown.

### 3. RESULTS

The faunistic list of this study contains 29 species. 19 species were recorded first time for Eskişehir province in Sündiken Mountains.

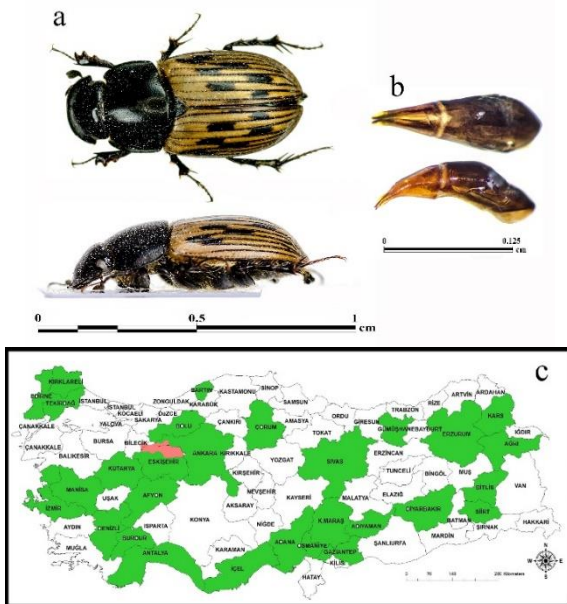
**Family: Scarabaeidae Latreille, 1802**

**Subfamily: Aphodiinae Leach, 1815**

***Acrossus luridus* Fabricius, 1775 Figure 2.**

Distribution in Turkey: Adana, Adıyaman, Afyon, Ağrı, Ankara, Antalya, Artvin, Bartın, Bitlis, Bolu, Burdur, Bursa, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Edirne, Elazığ, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, Gümüşhane, İzmir, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kırklareli, Kütahya, Manisa, Mersin, Niğde, Ordu, Osmaniye, Rize, Siirt, Sivas, Tekirdağ (M. Dellacasa Kirgiz, 2002; Lodos et al., 1999; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009; Şenyüz, Dindar, Altunsoy, 2013; Şenyüz Şahin, 2009a)

Material examined: Totally 28 ♂♂, 31 ♀♀. Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.64"N/31°16'9.04"E, 1250 m, 28.04.2012, 3 ♀♀; Bilecik, İnhisar, Akkum, 40° 5'16.59"N/ 30°24'8.59"E, 325 m, 29.04.2012, 1 ♀; Bilecik, Söğüt, Akçasu, 40° 5'15.97"N/ 30°18'30.34"E, 185 m, 29.04.2012, Eskişehir, Tepebaşı, Avlamiş-Kocaçobanpınarı 1. Km, 39° 55'59.50"N/ 30°26'18.84 "E, 1174 m, 29.04.2012 13 ♂♂, 11 ♀♀; Eskişehir, Tepebaşı, Bozdağ, 39°55'1.82"N/ 30°35'44.01"E, 1308 m, 30.04.2012, 9 ♂♂, 7 ♀♀; Eskişehir, Tepebaşı, Tandır-Danışment, 39°53'30.03"N/ 30°42'22.15"E, 1200 m, 30.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tepebaşı, Kozlubel, 39°54'43.14"N/ 30°53'49.42"E, 900 m, 30.04.2012, 2 ♀♀; Eskişehir, Beylikova, Doğanoglu-Bozan, 39°49'43.76"N/ 31°10'35.40"E, 862 m, 30.04.2012, 2 ♂♂, 2 ♀♀; Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.51"N/ 31°16'9.25"E, 1220 m, 14.06.2012, 4 ♂♂, 4 ♀♀.

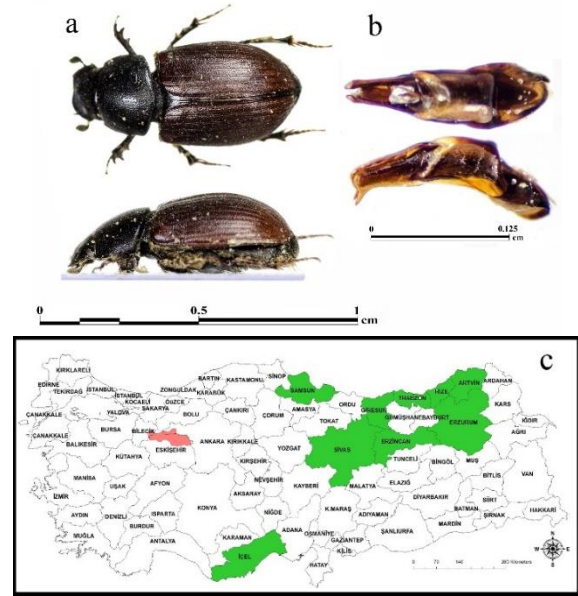


**Figure 2.** *Acrossus luridus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Amidorus cribrarius* Brullé, 1832 Figure 3.**

Distribution in Turkey: Artvin, Erzincan, Erzurum, Giresun, Mersin, Rize, Samsun, Sivas, Trabzon (Lodos et al., 1999; Şenyüz, Dindar, Altunsoy, 2013).

Material examined: Totally 3 ♂♂, 3 ♀♀. Eskişehir, Mihaliçcik, Ahurözü, 39°47'10.36"N/ 31°42'55.21"E, 1035m, 21.09.2011, 2 ♂♂, 2 ♀♀; Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135m, 21.09.2011, 1 ♂; Eskişehir, Beylikova, Doğanoglu-Bozan, 39°49'43.76"N/ 31°10'35.40"E, 862 m, 30.04.2012, 1 ♀.

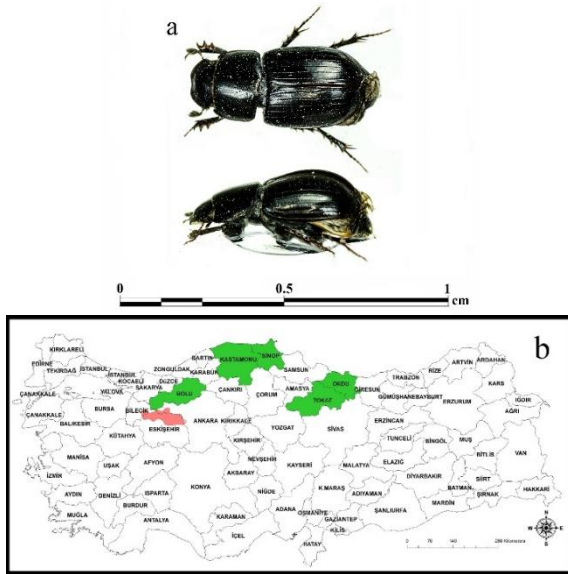


**Figure 3.** *Amidorus cribrarius* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Ammoecius muchei* Petrovitz, 1962 Figure 4.**

Distribution in Turkey: Bolu, Kastamonu, Ordu, Sinop, Tokat (Carpaneto, 1976).

Material examined: Totally 12 ♀♀. Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035m, 21.08.2011, 3 ♀♀; Eskişehir, Beylikova, Yeniuyurt, 39° 43.354"N / 31° 18.785"E, 751 m, 02.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tepebaşı, Kavacık- Emirceoglu, 39° 52.421"N / 30° 27.923"E, 906 m, 02.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tepebaşı, Bozdağ, 39°55'1.82"N/ 30°35'44.01"E, 1308 m, 30.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tepebaşı, Tandır-Danışment, 39°53'30.03"N/ 30°42'22.15"E, 1200 m, 30.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 12.08.2012, 1 ♀; Eskişehir, Beylikova, Yeniuyurt, 39° 43.354"N / 31° 18.785"E, 751 m, 02.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Beyköy-Kapıkaya, 40° 3'41.92"N / 30°43'40.36"E, 230 m, 29.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822" E, 1035 m, 28.06.2012, 1 ♀.



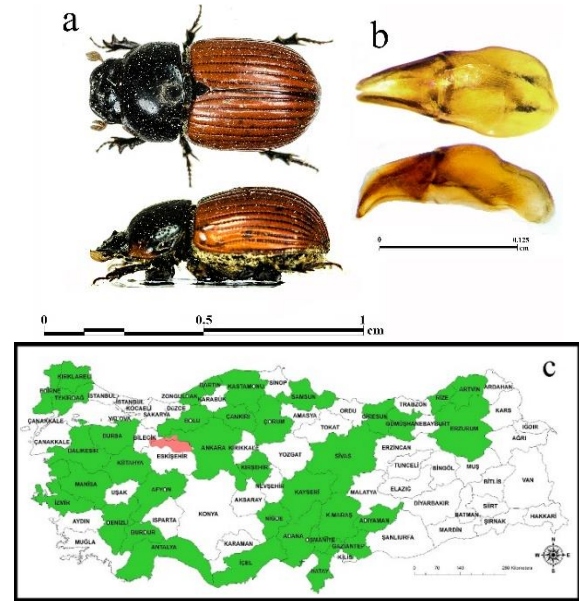
**Figure 4.** *Ammoecius muchei* a: ♀ habitus dorsal and lateral view b: distribution map for Turkey

***Aphodius fimetarius* (Linnaeus, 1758)** Figure 5.

Distribution in Turkey: Adana, Adıyaman, Afyon, Ankara, Antalya, Artvin, Bartın, Balıkesir, Bingöl, Bolu, Bursa, Burdur, Çankırı, Tekirdağ, Çorum, Denizli, Erzurum, Edirne, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Samsun, Sivas, Rize, Hatay, Isparta, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Kırklareli, Kütahya, Manisa, Niğde, Osmaniye, Zonguldak (Balthasar, 1952; M. Dellacasa Kırğız, 2002; Lodos et al., 1999; Özgen et al., 2014; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009).

Material examined: Totally 69 ♂♂, 88 ♀♀. Eskişehir, Tebebaşı, Kozlublub, 39°54'43.14"N/ 30°53'49.42"E, 900m, 23.08.2011, 1 ♂; Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135m, 21.09.2011, 2 ♂♂; Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.51"N/ 31°16'9.25"E, 1220m, 22.09.2011, 4 ♂♂, 1 ♀; Eskişehir, Alpu, Arıkaya-Belkese, 39°59'15.48"N, 31° 3'50.04"E, 1355m, 22.09.2011, 33 ♂♂, 50 ♀♀; Eskişehir, Tebebaşı, Hekimdağ-Sakarılıca, 39° 54' 886"N / 30° 34' 150" E, 1240m, 23.09.2011, 7 ♂♂, 7 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499" N / 30° 49' 822" E, 1035m, 02.12.2011, 1 ♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Merkez, Atalantekke, 39°57'47.22"N, 30°32'18.18"E, 1165m, 02.12.2011, 4 ♂♂; Eskişehir, Mihaliçcik, Çalkaya-Süleler, 40° 3.125"N / 31° 13.348"E, 573 m, 01.04.2012, 2 ♂♂; Eskişehir, Mihaliçcik, Çalkaya, 40° 3.067"N / 31° 15.441"E, 675 m, 01.04.2012, 1 ♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Alpu, Sarıkaracaören, 40° 2.154"N / 30° 55.080"E, 288 m, 01.04.2012, 2 ♀♀; Eskişehir, Tebebaşı, Çavlum-Kızılcaören, 39° 49.795"N / 30° 43.619"E, 813 m, 02.04.2012, 1 ♂; Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Subaşı Şelalesi, 39°59'44.34"N/ 31°19'58.53"E, 750 m, 28.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tebebaşı, Yarımca-Tandır, 39°55'15.19"N/ 30°40'17.76"E, 1312 m, 30.04.2012, 1 ♂, 2 ♀♀; Eskişehir, Tebebaşı, Tandır-Danışment, 39°53'30.03"N/ 30°42'22.15"E, 1200 m, 30.04.2012, 1 ♂, 1 ♀; Eskişehir, Beylikova, Doğanoglu-Bozan, 39°49'43.76"N/ 31°10'35.40"E, 862 m, 30.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.51"N/ 31°16'9.25"E, 1220 m, 14.06.2012, 2 ♂♂; Eskişehir, Mihaliçcik, Yeşilyurt-Çalkaya,

40° 1'36.16"N/ 31°12'52.19"E, 1350 m, 14.06.2012, 3 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499" N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 28.06.2012, 3 ♂♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135 m, 12.07.2012, 3 ♂♂.



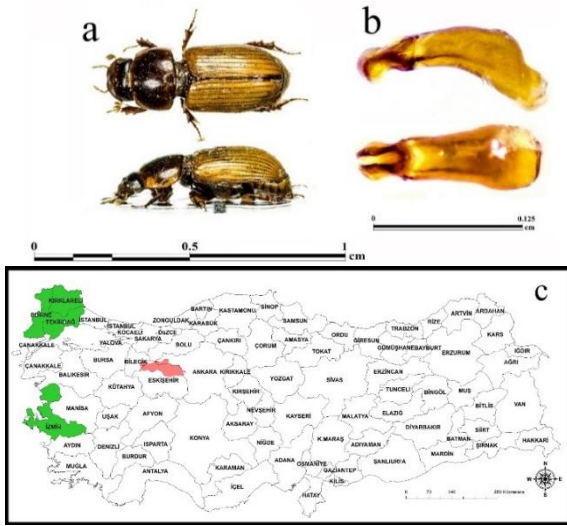
**Figure 5.** *Aphodius fimetarius* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Bodiloides ictericus ictericus* Laicharting, 1781** Figure 6.

Distribution in Turkey: Edirne, Kırklareli, İzmir (M. Dellacasa Kırğız, 2002; Rozner Rozner, 2009).

Material examined: Totally 27 ♂♂, 74 ♀♀. Eskişehir, Alpu, Alapınar-Taycılar, 40°0'55.92"N/ 30°50'42.90"E, 1110m, 21.08.2011, 2 ♂♂; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035m, 21.08.2011, 6 ♂♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın 4. km, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035m, 22.09.2011, 1 ♂; Eskişehir, Mihaliçcik, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135m, 21.09.2011, 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 28.06.2012, 1 ♂, 7 ♀♀; Eskişehir, Mihaliçcik, Otluk-Karacaören, 40° 0'25.91"N/ 31° 7'25.08"E, 1115 m, 11.08.2012, 1 ♂; Ankara, Nallıhan, Aşağıkavacık-Nallıhan, 40°10'14.55"N/ 31°15'6.90"E, 955 m, 12.08.2012, 1 ♂; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499" N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 12.08.2012, 4 ♂♂, 23 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 04.09.2012, 11 ♂♂, 30 ♀♀; Eskişehir, Mihaliçcik, Yeşilyurt-Çalkaya, 40° 1'3.61"N/ 31°11'55.96"E, 1307 m, 04.09.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tebebaşı, Avlamlı-Alpagut, 39°59'7.69"N/ 30°28'39.28"E, 810 m, 13.07.2012, 1 ♀; Eskişehir, Mihaliçcik, Yalınkaya-Yeşilyurt, Yalınkaya, 1144 m, 39°58'50.79"N/ 31°13'41.12"E, 04.09.2012, 1 ♀.



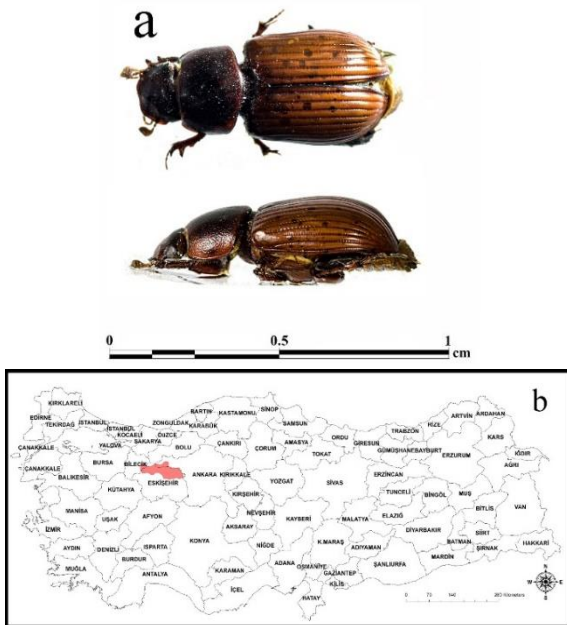


**Figure 6.** *Bodiloides ictericus ictericus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Bodilopsis rufa* Moll, 1782** Figure 7.

Distribution in Turkey: It is known in Turkey but no city record is included in Palaearctic catalog (Löbl & Löbl, 2016)

Material examined: Totally 1 ♀. Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 12.08.2012, 1 ♀.

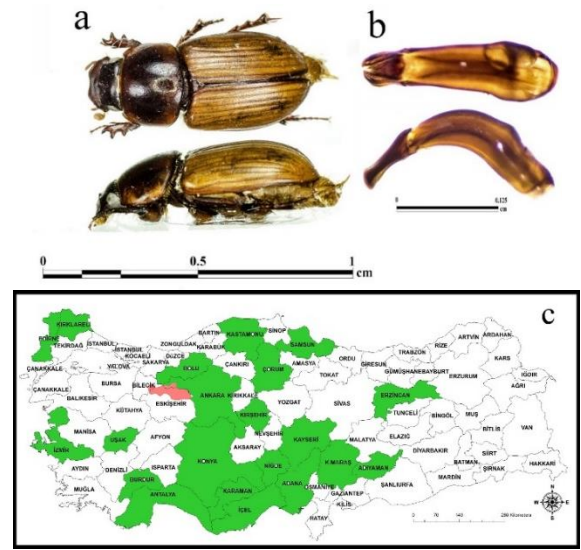


**Figure 7.** *Bodilopsis rufa* a: ♀ habitus dorsal and lateral view b: distribution map for Turkey

***Bodilus lugens* Creutzer, 1799** Figure 8.

Distribution in Turkey: Adana, Adıyaman, Ankara, Antalya, Bolu, Burdur, Çorum, Edirne Uşak, Samsun, Erzincan, Erzincan, Kahramanmaraş, Karaman, Kastamonu, Kayseri, Kırklareli, Kırşehir, Konya, İçel, Niğde, İzmir (M. Dellacasa Kırgız, 2002; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009)

Material examined: Totally 1 ♂, 1 ♀. Eskişehir, Mihallıçcık, Ahurüzü, 39°47'10.36"N/ 31°42'55.21"E, 1035m, 20.08.2011, Eskişehir, Tebebaşı, Kozlubel, 39°54'43.14"N/ 30°53'49.42"E, 900m, 23.08.2011 1 ♂.

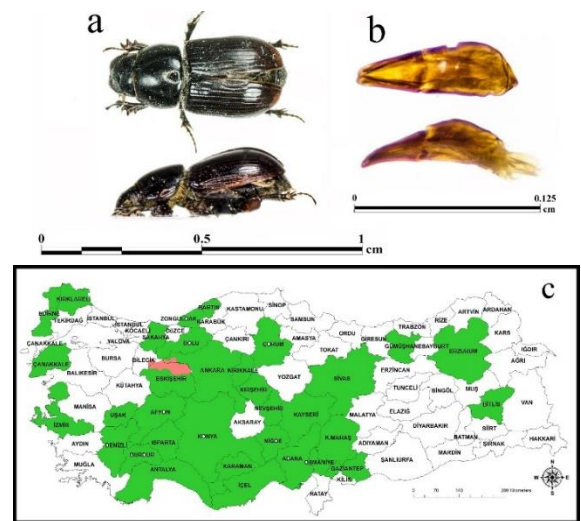


**Figure 8.** *Bodilus lugens* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Calamosternus granarius* Linnaeus, 1767** Figure 9.

Distribution in Turkey: Adana, Afyon, Ankara, Antalya, Bartın, Bitlis, Bolu, Burdur, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Denizli, Edirne, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, İçel, Isparta, İzmir, Kahramanmaraş, Kırşehir, Karaman, Kayseri, Konya, Kırıkkale, Kırklareli, Gümüşhane, Niğde, Osmaniye, Sakarya, Sivas, Uşak, Zonguldak (Balthasar, 1952; M. Dellacasa Kırgız, 2002; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz Şahin, 2009a)

Material examined: Totally 5 ♂♂, 5 ♀♀. Eskişehir, Tebebaşı, Yarımca-Tandır, 39°55'15.19"N/ 30°40'17.76"E, 1312 m, 30.04.2012.

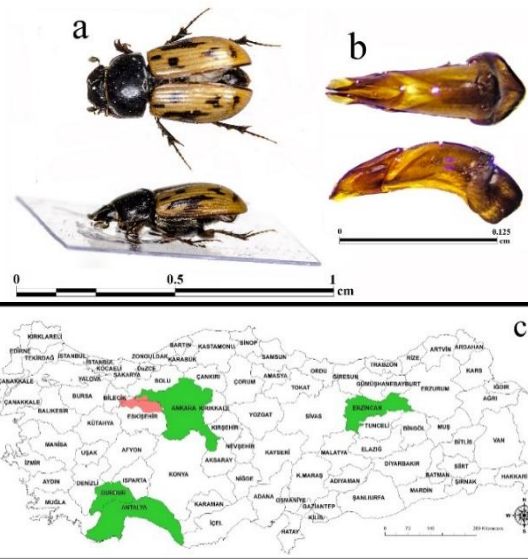


**Figure 9.** *Calamosternus granarius* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

*Chilothorax distinctus distinctus* O. F. Müller, 1776 Figure 10.

Distribution in Turkey: Ankara, Antalya, Ağrı, Bartın, Bolu, Burdur, Denizli, Edirne, İçel, Muğla, Nevşehir, Karaman, Kastamonu, Kırşehir, Kütahya, Konya, Niğde (Bellmann, 2007; M. Dellacasa Kırgız, 2002; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009)

Material examined: Totally: Totally 8 ♂♂, 7 ♀♀. Eskişehir, Mihalıçcık, Gürleyik-Yalınkaya arası 7. km, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135m, 21.09.2011, 1 ♂; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822" E, 1035m, 02.12.2011, 1 ♂; Eskişehir, Merkez, Atalantekke, 39°57'47.22"N, 30°32'18.18"E, 1165m, 02.12.2011, 2 ♀♀; Ankara, Polatlı, Gençali, 39°46'6.34"N / 31°48'53.68"E, 996 m, 31.03.2012, 4 ♂♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Tepebaşı, Çavluk-Kızılcaören, 39° 49.795'N / 30° 43.619'E, 813 m, 02.04.2012, 2 ♀♀.

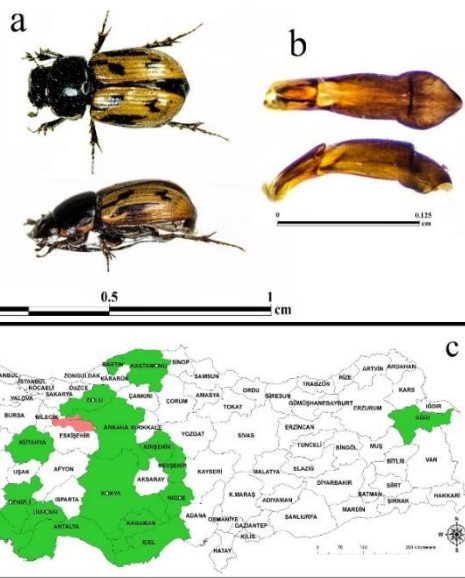


**Figure 11.** *Chilothorax melanostictus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

*Colobopterus erraticus* Linnaeus, 1758 Figure 12.

Distribution in Turkey: Adana, Adıyaman, Afyon, Amasya, Ankara, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bartın, Bolu, Burdur, Diyarbakır, Çorum, Edirne, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Gaziantep, Giresun, Gümüşhane, Hatay, Isparta, İçel, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Karaman, Kars, Kastamonu, Kayseri, Keşan, Kırklareli, Kırşehir, Konya, Kütahya, Manisa, İçel, Muğla, Nevşehir, Niğde, Osmaniye, Rize, Sakarya, Samsun, Siirt, Sinop, Sivas, Tekirdağ, Tokat, Zonguldak (Balthasar, 1952; Carpaneto, 1973; M. Dellacasa Kırgız, 2002; Lodos et al., 1999; Özgen et al., 2014; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009; Şenyüz, Dindar, Altunsoy, 2013).

Material examined: Totally 14 ♂♂, 11 ♀♀. Bilecik, Söğüt, Akçasu, 40° 5'15.97"N/ 30°18'30.34"E, 185 m, 29.04.2012; Eskişehir, Tepebaşı, Bozdağ, 39°55'1.82"N/ 30°35'44.01"E, 1308 m, 30.04.2012; Eskişehir, Mihalıçcık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.64"N/ 31°16'9.04"E, 1250 m, 28.04.2012; Eskişehir, Beylikova, Doğanoglu-Bozan, 39°49'43.76"N / 31°10'35.40"E, 862 m, 30.04.2012; Eskişehir, Mihalıçcık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.51"N/ 31°16'9.25"E, 1220 m, 14.06.2012; Eskişehir, Mihalıçcık, Yeşilyurt-Çalkaya, 40°1'36.16"N/ 31°12'52.19"E, 1350 m, 14.06.2012; Eskişehir, Alpu, Başören, 39°58'19.89"N/ 30°58'5.57"E, 1126 m, 15.06.2012; Eskişehir, Sarıcakaya, Laçın-Alapınar, 40° 2'31.85"N/ 30°46'56.57"E, 355 m, 15.06.2012; Eskişehir, Tepebaşı, Hekimdağ Sakarı Ilıca, 39° 54' 886"N /30° 34' 150"E, 1240 m, 16.06.2012; Eskişehir, Tepebaşı, Bozdağ, 39°55'1.82"N/ 30°35'44.01"E, 1308 m, 16.06.2012; Eskişehir, Tepebaşı, Avlamış-Alpagut, 39°58'15.30"N/ 30°27'43.59"E, 1005 m, 28.06.2012; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 28.06.2012; Eskişehir, Tepebaşı, Kocaçobanpınarı-Avlamış, 39°55'58.97"N/ 30°26'18.93"E, 1180 m, 13.07.2012.

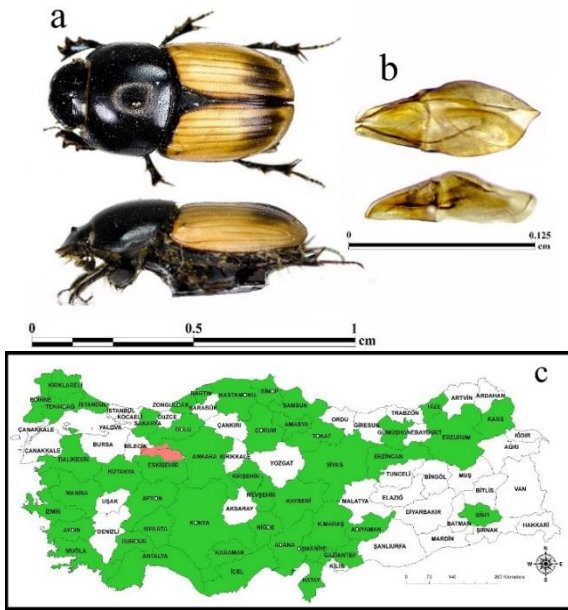


**Figure 10.** *Chilothorax distinctus distinctus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

*Chilothorax melanostictus* W. L. E. Schmidt, 1840 Figure 11.

Distribution in Turkey: Ankara, Antalya, Burdur, Erzincan (Bellmann, 2007; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009; Şenyüz, Dindar, Gülmez, et al., 2013).

Material examined: Totally 4 ♀♀. Eskişehir, Beylikova, Yeniuyurt, 39° 43.354'N / 31° 18.785'E, 751 m, 02.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tepebaşı, Bozdağ, 39°55'1.82"N/ 30°35'44.01"E, 1308 m, 30.04.2012, 1 ♀.

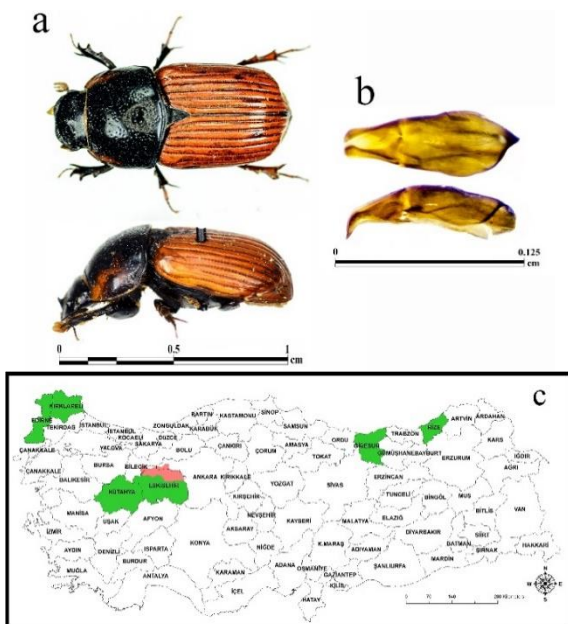


**Figure 12.** *Coloboapterus erraticus* a: ♂ habitus b: aedeagus c: distribution map for Turkey

***Coprimorphus scrutator* Herbst, 1789** Figure 13.

Distribution in Turkey: Edirne, Eskişehir, Giresun, Rize, Kırklareli, Kütahya (M. Dellacasa Kırgız, 2002; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2015; Şenyüz Şahin, 2009a)

Material examined: Totally 7 ♂♂, 14 ♀♀. Eskişehir, Mihaliççık, Gürleyik-Yalınkaya arası 7. km, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135m, 21.09.2011, Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035m, 21.08.2011, Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 04.09.2012.

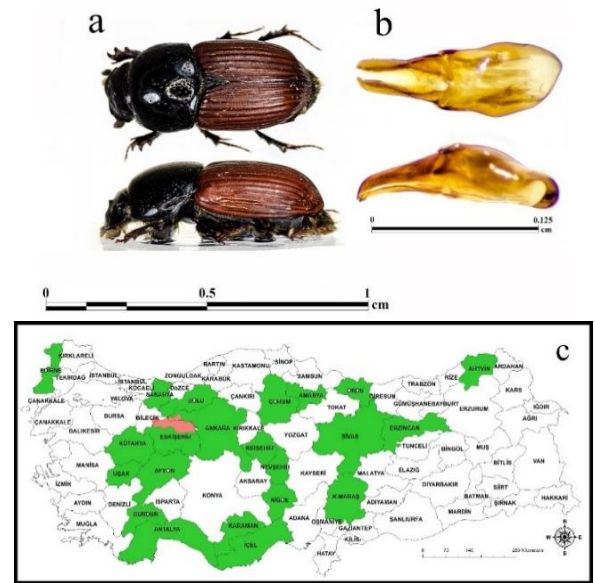


**Figure 13.** *Coprimorphus scrutator* a: ♂ habitus b: aedeagus c: distribution map for Turkey

***Eupleurus subterraneus subterraneus* Linnaeus, 1758** Figure 14.

Distribution in Turkey: Afyon, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Bolu, Burdur, Çorum, Edirne, Erzincan, Eskişehir, İçel, Kahramanmaraş, Karaman, Kırşehir, Kütahya, Nevşehir, Niğde, Mardin, Ordu, Sakarya, Sivas, Uşak (Bellmann, 2007; M. Dellacasa Kırgız, 2002; Küçükaykçı et al., 2013; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009).

Material examined: Totaly 1 ♂, 1 ♀. Eskişehir, Mihaliççık, Gürleyik-Yeşilyurt, Yalınkaya, 39°59'30.88"N/ 31°15'29.49"E, 1210 m, 12.07.2012; Eskişehir, Mihaliççık, Otluk-Karacaören, Karacaören, 40° 0'17.41"N/ 31° 7'37.39"E, 1150 m, 04.09.2012.

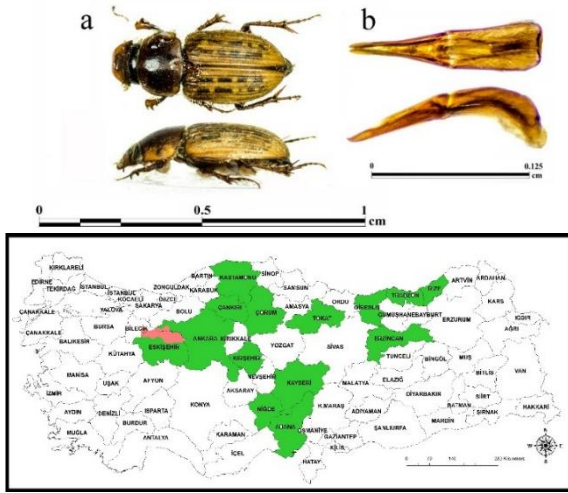


**Figure 14.** *Eupleurus subterraneus subterraneus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Euheptaulacus sus* Herbst, 1783** Figure 15.

Distribution in Turkey: Adana, Ankara, Çankırı, Çorum, Erzincan, Eskişehir, Giresun, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Niğde, Tokat, Trabzon, Rize (Balthasar, 1952; Lodos et al., 1999; Rozner Rozner, 2009; Şahiner, 2013; Şenyüz, Dindar, Gülmez, et al., 2013).

Material examined: Totally 5 ♂♂, 6 ♀♀. Eskişehir, Tepebaşı, Hekimdağ-Sakarılıca, 39° 54' 886"N / 30° 34' 150" E, 1240m, 22.08.2011; Eskişehir, Alpu, Ağaçisar, 39°54'939"N, 31°08'941"E, 1196m, 23.08.2011.

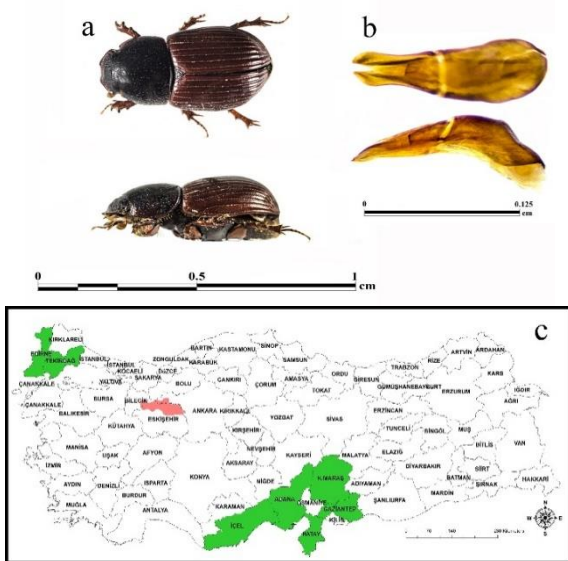


**Figure 15.** *Euheptaulacus sus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Lorophodius suarius* Faldermann, 1835** Figure 16.

Distribution in Turkey: Adana, Edirne, Gaziantep, Hatay, İçel, Kahramanmaraş (Dellacasa, Kirgiz, 2002; Rozner, et al., 2009; Şenyüz 2009).

Material examined: Totally 1 ♂, 7 ♀♀. Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30°49'822"E, 1035 m, 12.08.2012; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 04.09.2012; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 1'25.16"N/ 30°49'9.79"E, 880 m, 12.08.2012; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40°02'499"N/30°49'822"E 1035m, 16.11.2012; Eskişehir, Mihallıçık, Ahurözü, 39°47'10.36"N/ 31°42'55.21"E, 1035m; Eskişehir, Tepebaşı, Hekimdağ-Sakarılıca, 39° 54' 886"N/ 30° 34' 150"E, 1240m, 23.09.2011.

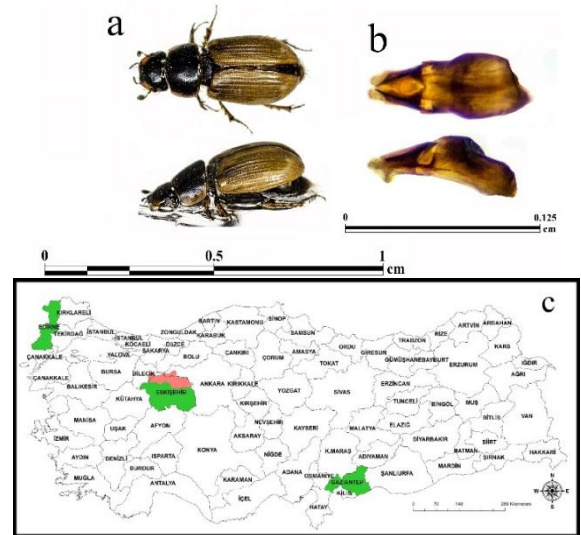


**Figure 16.** *Lorophodius suarius* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Melinopterus consputus* Creutzer, 1799** Figure 17.

Distribution in Turkey: Eskişehir, Edirne, Gaziantep (M. Dellacasa Kirgiz, 2002; Şenyüz, 2009).

Material examined: Totally 6 ♂♂, 11 ♀♀. Eskişehir, Mihallıçık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.51"N/ 31°16'9.25"E, 1220m, 01.12.2011, 1 ♀; Eskişehir, Merkez, Atalantekke, 39°57'47.22"N, 30°32'18.18"E, 1165m, 02.12.2011, 6 ♂♂, 10 ♀♀; Eskişehir, Mihallıçık, Yeşilyurt-Çalkaya arası, 40° 1'42.18"N/ 31°12'53.59"E, 1360 m, 28.04.2012, 1 ♀.



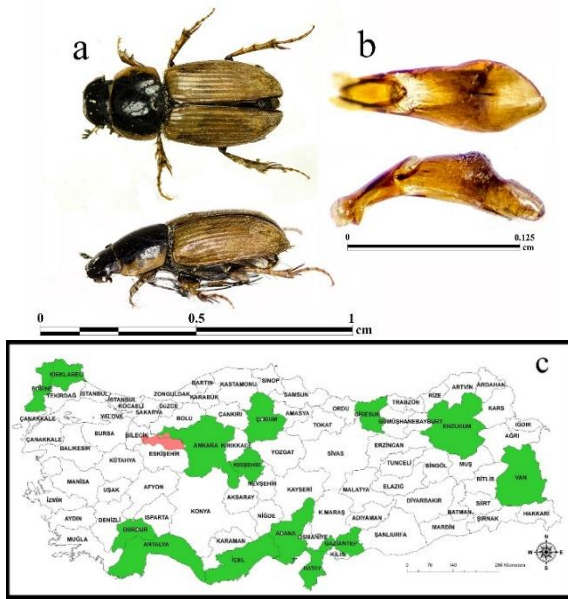
**Figure 17.** *Melinopterus consputus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Melinopterus prodromus* Brahm, 1790** Figure 18.

Distribution in Turkey: Adana, Ankara, Antalya, Burdur, Bursa, Çorum, Erzurum, Edirne, Gaziantep, Giresun, Hatay Kırşehir, Kırklareli, Kütahya, İçel, Van (Bellmann, 2007; M. Dellacasa Kirgiz, 2002; Lodos et al., 1999; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009; Şenyüz, Dindar, Gülmez, et al., 2013).

Material examined: Totally 45 ♂♂, 27 ♀♀. Eskişehir, Mihallıçık, Yalınkaya-Yeşilyurt, Yalınkaya, 39°59'2.31"N/ 31°13'45.30"E, 1080m, 22.09.2011, 1 ♂, 1 ♀; Eskişehir, Tepebaşı, Hekimdağ-Sakarılıca, 39° 54' 886"N / 30° 34' 150"E, 1240m, 23.09.2011, 2 ♂♂, 9 ♀♀; Eskişehir, Tepebaşı, Çavlum- Kızılcaören, 39° 49.795'N / 30° 43.619'E, 813 m, 02.04.2012, 6 ♂♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Alpu, Özden- Büğdüz, Özdenk brook side, 39° 52.865'N / 31° 2.958'E, 899 m, 02.04.2012, 13 ♀♀; Eskişehir, Beylikova, Yeniurt, 39° 43.354'N / 31° 18.785'E, 751 m, 02.04.2012, 12 ♂♂, 2 ♀♀; Eskişehir, Tepebaşı, Bozdağ, 39°55'1.82"N/ 30°35'44.01"E, 1308 m, 30.04.2012, 3 ♂♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Beylikova, Doğanoglu-Bozan, 39°49'43.76"N/ 31°10'35.40"E, 862 m, 30.04.2012, 2 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822" E, 1035 m, 28.06.2012, 4 ♂♂, 2 ♀♀; Eskişehir, Mihallıçık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135m, 21.09.2011, 3 ♂♂, 1 ♀, Bilecik,

Inhisar, Akköy-Akkum, 40° 5'16.59"N/ 30°24'8.59"E, 325 m, 29.04.2012, 1 ♂.

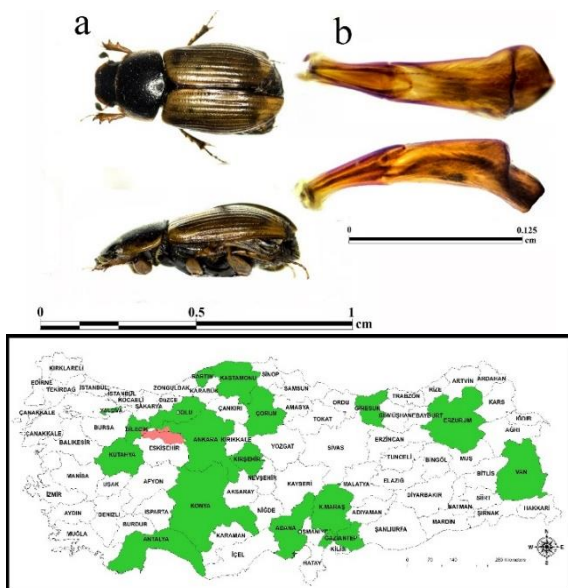


**Figure 18.** *Melinopterus prodromus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Melinopterus pubescens* Sturm, 1800 Figure 19.**

Distribution in Turkey: Ankara, Adana, Antalya, Bartın, Bilecik, Bolu, Çorum, Erzurum, Gaziantep, Giresun, Kahramanmaraş, Kastamonu, Konya, Kütahya, Kırşehir, Van, Yalova (Bellmann, 2007; Rozner Rozner, 2009; Şenyüz, 2009).

Material examined: Totally 15 ♂♂, 8 ♀♀. Eskişehir, Tebebaşı, Yarımca-Tandır, 39°55'15.19"N/ 30°40'17.76"E, 1312 m, 30.04.2012, 15 ♂♂, 8 ♀♀.

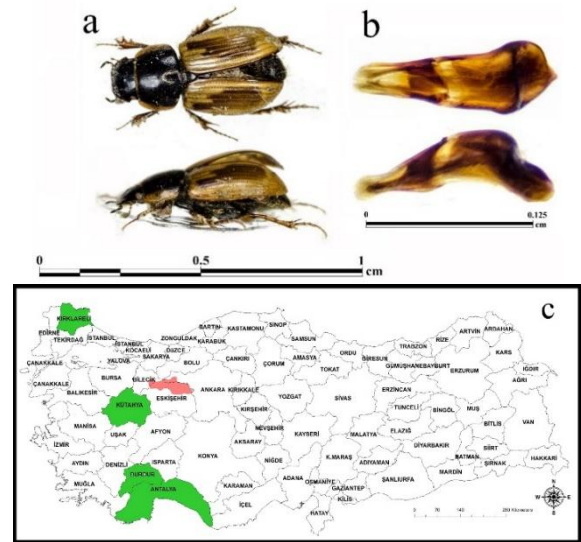


**Figure 19.** *Melinopterus pubescens* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Melinopterus punctatosulcatus hirtipes* Fischer von Waldheim, 1844 Figure 20.**

Distribution in Turkey: Antalya, Burdur, Kırklareli, Kütahya (Bellmann, 2007; M. Dellacasa Kırgız, 2002; Şenyüz, 2009).

Material examined: Totally 30 ♂♂, 24 ♀♀. Eskişehir, Alpu, Arıkaya-Belkese yol ayrımı, 39°59'15.48"N, 31° 3'50.04"E, 1355m, 22.09.2011, 1 ♂; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N/30° 49' 822"E, 1035m, 02.12.2011, 1 ♀; Eskişehir, Tebebaşı, Avlamiş, 39° 55'59.50"N/30°26'18.84"E, 1174 m, 29.04.2012, 26 ♂♂, 19 ♀♀; Eskişehir, Beylikova, Doğanoglu-Bozan 3,5.km, 39°49'43.76"N/31°10'35.40"E, 862 m, 30.04.2012, 3 ♂♂, 4 ♀♀.

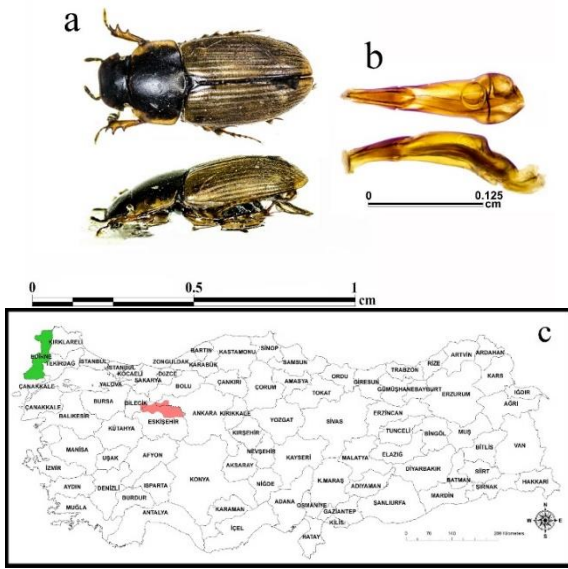


**Figure 20.** *Melinopterus punctatosulcatus hirtipes* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Melinopterus stolzi* Reitter, 1906 Figure 21.**

Distribution in Turkey: Edirne (M. Dellacasa Kırgız, 2002).

Material examined: Totally 16 ♂♂, 13 ♀♀. Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın yolu 4. km, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822" E, 1035m, 22.09.2011, 2 ♂♂, 8 ♀♀; Eskişehir, Mihaliççık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.51"N/ 31°16'9.25"E, 1220 m, 14.06.2012; 13 ♂♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Tebebaşı, Tekeçiler-Atalantekke 39°57'42.19"N/ 30°30'32.30"E, 970 m, 16.11.2012, 1 ♂.

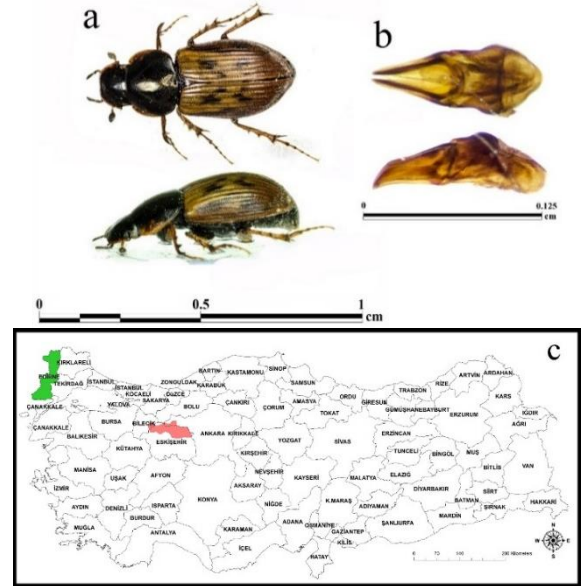


**Figure 21.** *Melinopterus stolzi* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

*Nimbus contaminatus* Herbst, 1783 Figure 22.

Distribution in Turkey: Edirne, Kırklareli (M. Dellacasa & Kırgız, 2002).

Material examined: Totally 61 ♂♂, 23 ♀♀. Eskişehir, Mihallıçık, Ahurözü, 39°47'10.36"N / 31°42'55.21"E, 1035m, 21.09.2011, 1 ♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Mihallıçık, Kavak, 39° 54' 367"N/ 31° 37' 554"E, 930m, 21.09.2011, 2 ♀♀; Eskişehir, Mihallıçık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135m, 21.09.2011, 1 ♂, 21 ♀♀; Eskişehir, Mihallıçık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'40.51"N/ 31°16'9.25"E, 1220m, 22.09.2011, 1 ♀; Eskişehir, Mihallıçık, Yalınkaya-Yeşilyurt, Yalınkaya, 39°59'2.31"N/ 31°13'45.30"E, 1080m, 22.09.2011, 1 ♂; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035m, 22.09.2011, 47 ♂♂, 154 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N/ 30° 49' 822"E, 1035m, 02.12.2011, 9 ♂♂, 48 ♀♀; Eskişehir, Merkez, Atalantekke, 39°57'47.22"N, 30°32'18.18"E, 1165m, 02.12.2011, 1 ♂, 2 ♀♀.

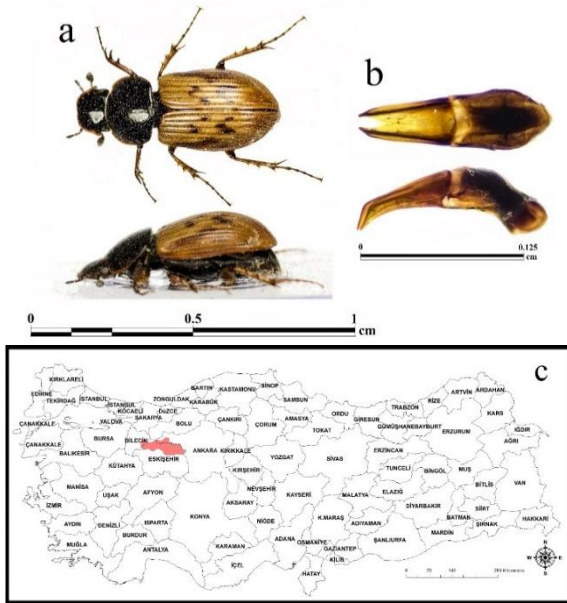


**Figure 22.** *Nimbus contaminatus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

*Nimbus obliteratus* Panzer, 1823 Figure 23.

Distribution in Turkey: It is known in Turkey but no city record is included in Palaearctic catalog (Löbl & Löbl, 2016).

Material examined: Totally 1 ♂♂, 64 ♀♀. Eskişehir, Mihallıçık, Ahurözü, 39°47'10.36"N/ 31°42'55.21"E, 1035m, 21.09.2011, 1 ♀; Eskişehir, Alpu, Arıkaya-Belkese, 39°59'15.48"N, 31° 3'50.04"E, 1355m, 22.09.2011; 8 ♂♂, 42 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N/ 30° 49' 822"E, 1035m, 22.09.2011, 6 ♀♀; Eskişehir, Tepebaşı, Hekimdağ-Sakarılıca, 39° 54' 886"N / 30° 34' 150"E, 1240m, 23.09.2011, 5 ♂♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Mihallıçık, Yeşilyurt, 39° 59.939"N/ 31° 10.322"E, 1395 m, 01.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tepebaşı, Yarımca-Tandır, 39°55'15.19"N/ 30°40'17.76" ", 1312 m, 30.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Tepebaşı, Avlamış-Alpagut, 39°59'7.69"N/ 30°28'39.28"E, 810 m, 13.07.2012, 5 ♂♂, 8 ♀♀.

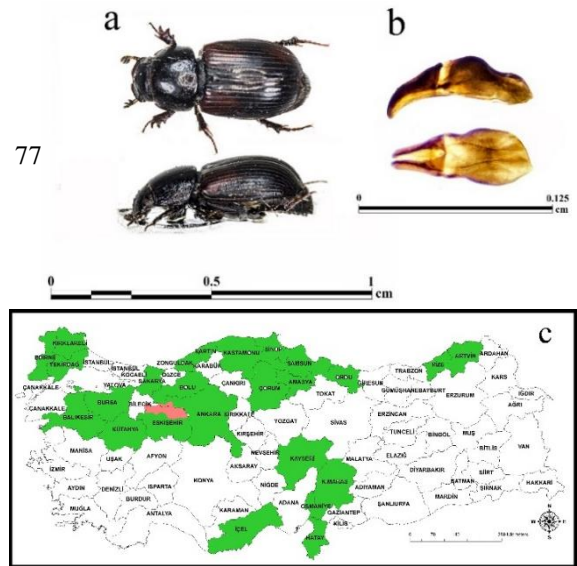


**Figure 23.** *Nimbus obliteratus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Otophorus haemorrhoidalis* Linnaeus, 1758** Figure 24.

Distribution in Turkey: Ankara, Amasya, Artvin, Balıkesir, Bartın, Bolu, Bursa, Çorum, Edirne, Eskişehir, Hatay, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Kırklarelil, Kütahya, Mersin, Ordu, Osmaniye, Samsun, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Zonguldak (Dellacasa and Kirgiz, 2002; Lodos et al., 1999; Rozner and Rozner, 2009; Şenyüz, 2009; Şenyüz et al., 2016, 2013b, 2013a)

Material examined: Totaly 18 ♂♂, 27 ♀♀. Eskişehir, Alpu, Ağaçhisar, 39°54'939"N, 31°08'941"E, 1196m, 23.08.2011, 1 ♀; Eskişehir, Tebebaşı, Avlamlış-Kocaçobanpınarı 1. Km, 39° 55'59.50"N/ 30°26'18.84 "E, 1174 m, 29.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035m, 21.08.2011, 1 ♂, 9 ♀♀; Eskişehir, Alpu, Alapınar-Taycılar, 40° 0'55.92"N/ 30°50'42.90"E, 1110m, 21.08.2011, 1 ♂, Eskişehir, Tebebaşı, Hekimdağ-Sakarılıca çıkışı, 39° 54' 886"N / 30° 34' 150"E, 1240m, 22.08.2011, 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 4 ♂♂, 2 ♀♀; Eskişehir, Mihalıçcık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135 m, 12.07.2012, 1 ♂; Eskişehir, Tebebaşı, Avlamlış-Alpagut, 39°58'15.30"N/ 30°27'43.59"E, 1005 m, 13.07.2012, 1 ♀; Eskişehir, Mihalıçcık, Otluk-Karacaören, Karacaören, 40° 0'25.91"N/ 31° 7'25.08"E, 1115 m, 11.08.2012, 1 ♀; Ankara, Nallıhan, Aşağıkavacık-Nallıhan, 40°10'14.55"N/ 31°15'6.90"E, 955 m, 12.08.2012, 2 ♂♂; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 12.08.2012, 3 ♂♂, 8 ♀♀; Eskişehir, Tebebaşı, Avlamlış-Alpagut, 39°57'38.66"N/ 30°27'34.78"E, 1065 m, 12.08.2012, 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499"N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 04.09.2012, 5 ♂♂, 3 ♀♀.

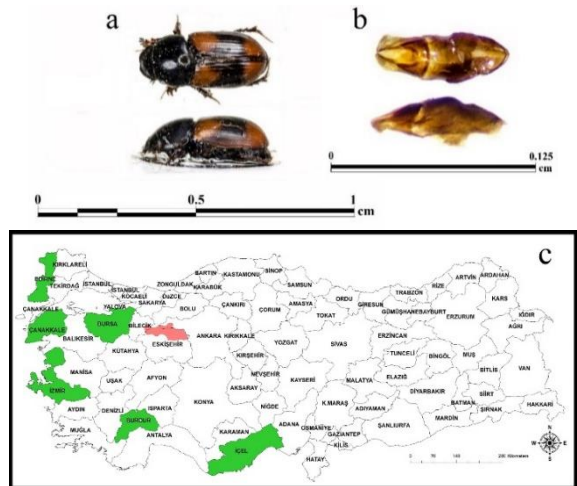


**Figure 24.** *Otophorus haemorrhoidalis* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Phalacrothous quadrimaculatus* Linnaeus, 1760** Figure 25.

Distribution in Turkey: Burdur, Bursa, Çanakkale, Edirne, İçel, İzmir (M. Dellacasa Kırgız, 2002; Rozner Rozner, 2009).

Material examined: Totally 2 ♂♂, 6 ♀♀. Eskişehir, Sarıcakaya, Laçın-Alapınar, 40° 1'48.47"N/ 30°48'8.64"E, 580 m, 16.06.2012, 2 ♂♂, 5 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499" N / 30° 49' 822"E, 1035 m, 28.06.2012, 1 ♀.

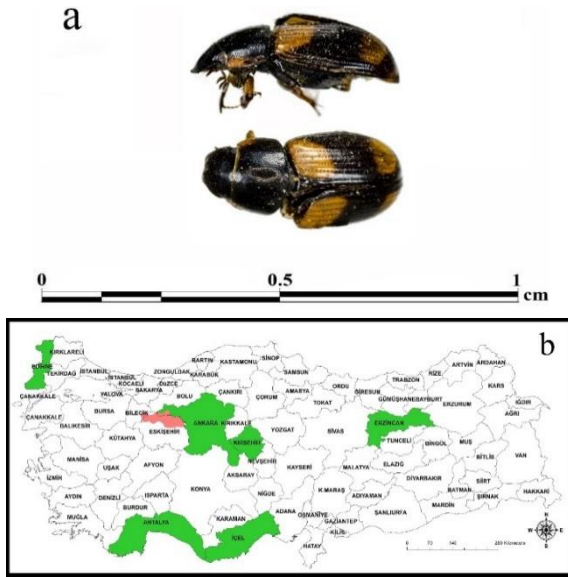


**Figure 25.** *Phalacrothous quadrimaculatus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Planolinellus vittatus* Say, 1825** Figure 26.

Distribution in Turkey: Kırşehir, İçel, Ankara, Antalya, Edirne Erzincan (Bellmann, 2007; M. Dellacasa Kırgız, 2002; Rozner Rozner, 2009).

Material examined: Totally 1 ♀. Eskişehir, Sarıcakaya, Laçın-Alapınar, 40° 1'48.47"N/ 30°48'8.64"E, 580 m, 16.06.2012, 1 ♀.

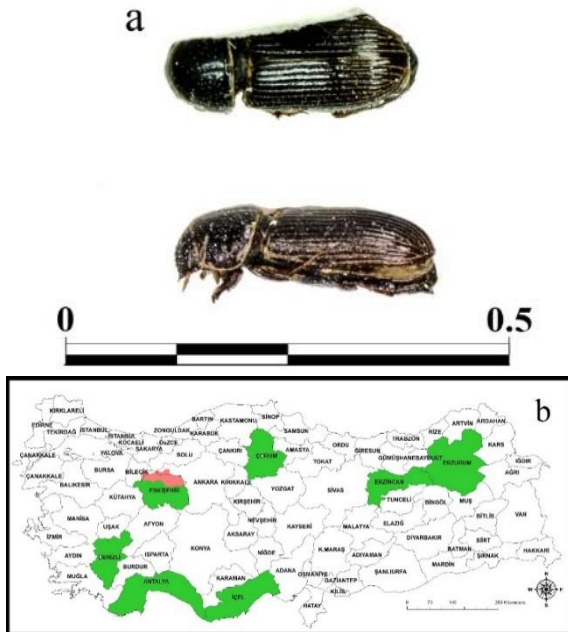


**Figure 26.** *Planolinellus vittatus* a: ♀ habitus dorsal and lateral view b: distribution map for Turkey

***Pleurophorus anatolicus* Petrovitz, 1961 Figure 27.**

Distribution in Turkey: Antalya, İçel: Mersin, Eskişehir, Denizli, Erzincan, Erzurum, Çorum (Bellmann, 2007; Rozner Rozner, 2009).

Material examined: Totally 1 ♀. Caught with light trap. Eskişehir, Sarıcakaya, Laçın-Alapınar, 40° 1'48.47"N/ 30°48'8.64"E, 580m, 16.06.2012, 1 ♀.

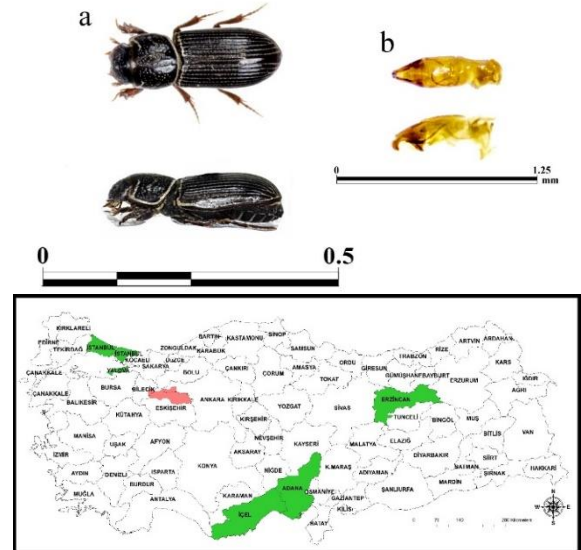


**Figure 27.** *Pleurophorus anatolicus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Pleurophorus caesus* Creutzer, 1796 Figure 28.**

Distribution in Turkey: Adana, İçel, İstanbul, Erzincan, Yalova (Balthasar, 1952; Bellmann, 2007; Rozner Rozner, 2009).

Material examined: Totally 2 ♂♂, 8 ♀♀. Eskişehir, Tepebaşı, Uludere-Behçetiye, 39° 55'58.49"N/ 30°21'18.23"E, 1240 m, 29.04.2012, 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Laçın-Alapınar, 40° 1'48.47"N/ 30°48'8.64"E, 580 m, 16.06.2012, 2 ♂♂, 7 ♀♀.



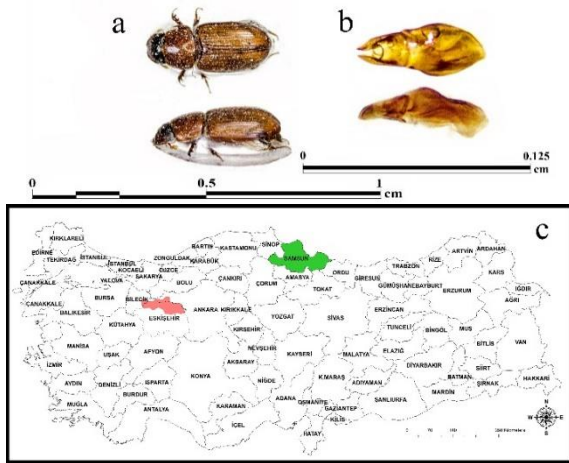
**Figure 28.** *Pleurophorus caesus* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

***Subrinus sturmi* Harold, 1870 Figure 29.**

Distribution in Turkey: Samsun (Rozner Rozner, 2009).

Material examined: Totally 19 ♂♂, 20 ♀♀. Eskişehir, Alpu, Alapınar-Taycılar, 40° 055.92"N/ 30°50'42.90"E, 1110m, 21.08.2011, 1 ♂ 2 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499" N / 30° 49' 822" E, 1035m, 21.08.2011 3 ♂♂, 3 ♀♀; Eskişehir, Merkez, Atalantekke, 39°57'47.22"N, 30°32'18.18"E, 1165m, 02.12.2011 1 ♀; Eskişehir, Mihaliççık, Çalkaya, 40° 3.067"N / 31° 15.441"E, 675 m, 01.04.2012 1 ♂; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499" N / 30° 49' 822" E, 1035 m, 28.06.2012 11 ♂♂, 10 ♀♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Alapınar-Laçın, 40° 02' 499" N / 30° 49' 822" E, 1035 m, 12.08.2012 1 ♀; Eskişehir, Mihaliççık, Gürleyik-Yalınkaya, 39°59'29.64"N/ 31°18'48.88"E, 1135 m, 12.07.2012 1 ♀; Eskişehir, Mihaliççık, Yalınkaya-Yeşilyurt, Yeşilyurt, 39°58'44.52"N/ 31°11'1.53"E, 1425 m, 12.07.2012 1 ♂; Eskişehir, Mihaliççık, Yeşilyurt-Çalkaya, 40° 1'3.61"N/ 31°11'55.96"E, 1307 m, 04.09.2012 1 ♀; Eskişehir, Sarıcakaya, Laçın-Alapınar, 40° 1'48.47"N/ 30°48'8.64"E, 580 m, 16.06.2012, 1 ♂.





**Figure 29.** *Subrinus sturmi* a: ♂ habitus dorsal and lateral view b: aedeagus dorsal and lateral view c: distribution map for Turkey

#### 4. DISCUSSION and CONCLUSIONS

As a result of this research, totally 1109 specimens were diagnosed, and 16 genus and 29 species were collected. Nineteen species were new records for the fauna of Eskişehir province. Also, *Bodilopsis rufa* Moll, 1782 and *Nimbus obliteratus* Panzer, 1823 are recorded in Palaearctic catalog; however, no city record (Löbl & Löbl, 2016).

*Amidorus cribrarius* Brullé, 1832, *Ammoecius muchei* Petrovitz, 1962, *Aphodius fimetarius* (Linnaeus, 1758), *Bodiloides ictericus ictericus* Laicharting, 1781, *Bodilus lugens* Creutzer, 1799, *Chilothorax distinctus distinctus* O. F. Müller, 1776, *Chilothorax melanostictus* W. L. E. Schmidt, 1840, *Loraphodius suarius* Faldermann, 1835, *Melinopterus consputus* Creutzer, 1799 *Melinopterus prodromus* Brahm, 1790, *Melinopterus pubescens* Sturm, 1800, *Melinopterus punctatosulcatus hirtipes* Fischer von Waldheim, 1844, *Melinopterus stolzi* Reitter, 1906, *Nimbus contaminatus* Herbst, 1783, *Phalacrothorus quadrimaculatus* Linnaeus, 1760, *Planolinellus vittatus* Say, 1825, *Pleurophorus caesus* Creutzer, 1796 were new records from Eskişehir province.

Sündiken mountains are rich in Aphodiinae diversity. The mountains cover %0.5 percent of Turkey. When Aphodiinae diversity of this study was compared with entire Turkey, it was revealed that the research area has %18 of Aphodiinae (Table 1). This percentage shows that the mountains are rich in Aphodiinae diversity.

Table 1. Comparing to Sündiken mountains and Turkey for Aphodiinae taxa counts.

	Acreage	Aphodiinae count
Turkey	769632km <sup>2</sup>	161 species
Sündiken Mountains	4042 km <sup>2</sup>	29 species
Percentage (Sündiken/Turkey)	%0.5	%18

#### Acknowledgements

The authors would like to thank Marco Dellacasa and Giovanni Dellacasa for their help and providing

literature. This study is a part of master thesis and presented orally in 22. Ulusal Biyoloji Kongresi 2014.

#### REFERENCES

- Anlaş, S. (2011). Studies on the Dung-inhabiting Beetles (Insecta: Coleoptera) Community of Western Anatolia, Turkey. *Ecologia Balkanica*, 3(2), 9-14.
- Anlaş, S., Keith, D., & Tezcan, S. (2011a). Notes on the Pitfall Trap Collected Scarabaeoidea (Coleoptera) Species in Bozdağlar Mountain of Western Turkey. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 5.
- Anlaş, S., Keith, D., & Tezcan, S. (2011b). Notes on the Seasonal Dynamics of Some Coprophagous Scarabaeoidea (Coleoptera) Species in Manisa Province, Western Anatolia. *Türk. Entomol. Derg.*, 35(3), 447-460.
- Ballerio, A., Rey, A., Ualina, M., Rastelli, M., Rastelli, S., Marcello, Romano, M. & Colacurcio, L. (2019), from Coleotteri Scarabeoidei D'Italia <http://www.societaentomologicaitaliana.it/Coleotteri%20Scarabeoidea%20d'Italia%202014/scarabeidi/bibliografia.htm> (20.12.2019)
- Balthasar, V. (1952). Wissenschaftliche Ergebnisse der Zoologischen Expedition des National-Museums in Prag nach der Türkei, Coleoptera 2, Scarabaeidae. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 28(396), 19-26.
- Baraud, J. (1992). *Coléoptères Scarabaeoidea d'Europe*. Société Linnéenne de Lyon.
- Bellmann, A. (2007). Beitrag zur Kenntnis der Aphodiinae der Türkei (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Entomologische Zeitschrift, Stuttgart*, 117(3), 132-136.
- Carpaneto, G. M. (1973). Una nuova specie di Aphodius (Colobopterus) dell'Armenia Turca. *Fragmenta Entomologica, Roma*, 9(1), 21-33.
- Carpaneto, G. M. (1976). Una Nuova Specie di Aphodius dell'Anatolia. *Fragmenta Entomologica, Roma*, 12, 241-251.
- Carpaneto, G. M., & Piattella, E. (1989). Una Nuova Specie Di Aphodius (Acrossus) Della Turchia Nord-Orientale (Coleoptera, Aphodiidae) (\*). *Fragmenta Entomologica, Roma*, 21(2), 183-189.
- Carpaneto, G. M., Piattella, E., & Pittino, R. (2000). The scarab beetles of Turkey: An updated checklist and chorotype analysis (Coleoptera, Scarabaeoidea). *Biogeographia*, 21, 217-240.
- Dellacasa, G., Bordat, P., & Dellacasa, M. (2001). A Revisional Essay of World Genus-group Taxa of Aphodiinae. *Memorie Della Società Entomologica Italiana*, 79, 1-482.
- Dellacasa, G., & Dellacasa, M. (2006). *Coleoptera Aphodiidae Aphodiinae*. Fauna d'Italia.
- Dellacasa, G., Dellacasa, M., & Ziani, S. (2001). Taxonomic position of Aphodius turbatus and systematic

- redefinition of *Aphodius isikdagensis*. *Rivista Museo Civico Di Scienza Naturale "E.Caffi,"* 20, 3-11.
- Dellacasa, M., & Kırgız, T. (2002). Records of Aphodiinae (Coleoptera, Scarabaeoidea, Aphodiidae) from Edirne province and neighbouring areas (European Turkey). *Italian Journal of Zoology*, 69(1), 71-82. <https://doi.org/10.1080/1125000209356441>
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D. T., Lise, Y., Yalçın, G., Ataoğlu, M., Bekir, S., Gökçen, A. İ., Arik, B. M., Birdlife International, & Doğa Derneği (Eds.). (2006). *Türkiye'nin önemli doğa alanları*. Doğa Derneği.
- Ekim, T., & Akman, Y. (1990). Eskişehir İli, Sündiken Dağlarındaki Orman Vejetasyonunun Bitki Sosyolojisi Bakımından Araştırılması. *Doğa - Turkish Journal of Botany*, 15, 28-40.
- Ghahari, H., Bunalski, M., Tabari, M., & Ostovan, H. (2011). Scarab beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) collected in Iranian rice fields and surrounding grasslands. *Polish Journal of Entomology / Polskie Pismo Entomologiczne*, 80(3), 465-474. <https://doi.org/10.2478/v10200-011-0034-z>
- Giovani da Silva, P., Vaz-de-Mello, F. Z., & Di Mare, R. A. (2012). Attractiveness of Different Bait to the Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in Forest Fragments in Extreme Southern Brazil. *Zoological Studies*, 51(4), 429-441.
- Hanski, I., & Cambefort, Y. (Eds.). (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press.
- Küçükaykay, E. C., Şenyüz, Y., Şirin, Ü., Çalışkan, H., & Destire, C. (2013). New Contributions To Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) Fauna of The Eskişehir Province. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C - Yaşam Bilimleri ve Teknoloji*, 3(1), 23-29.
- Löbl, I., & Löbl, D. (2016). *Catalogue of Palaearctic Coleoptera Revised and Updated Edition Scarabaeoidea - Scirtoidea - Dascilloidea - Buprestoidea - Byrrhoidea* (Vol. 3). Brill Leiden.
- Löbl, I., & Smetana, A. (Eds.). (2006). *Scarabaeoidea, Scirtoidea, Dascilloidea, Buprestoidea, Byrrhoidea*. Apollo Books.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., & Karsavuran, Y. (1989). Akdeniz Bölgesi nin ziraatta zararlı ve faydalı böcek faunasının tespiti üzerinde araştırmalar Curculionidae Scarabaeidae Coleoptera Plataspidae Cydnidae Acanthosomatidae Scutelleridae Pentatomidae Lygaeidae Miridae Heteroptera. *Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 13, 81-88.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Atalay, R., Erkin, E., Kasavuran, Y., Tezcan, S., & Aksoy, S. (Eds.). (2003). *Faunistic studies on Miridae (Heteroptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean regions of Turkey*.
- Lodos, N., Önder, F., Pehlivan, E., Ruşen, A., Erkin, E., Karsavuran, Y., Tezcan, S., & Aksoy, S. (1999). *Faunistic Studies on Scarabaeoidea (Aphodiidae, Cetoniidae, Dynastidae, Geotrupidae, Glaphyridae, Hybosoridae, Melolonthidae, Ochodaeidae, Rutelidae, Scarabaeidae) (Coleoptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and regions of Turkey*. 72.
- Lussenhop, J., Kumar, R., Wicklow, D. T., & Lloyd, J. E. (1980). Insect Effects on Bacteria and Fungi in Cattle Dung. *Nordic Society Oikos*, 34(1), 54-58. <https://doi.org/10.2307/3544549>
- Özgen, İ., Şenyüz, Y., & Temizer, A. (2014). Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgesi Scarabaeoidea (Coleoptera) Faunasına Katkıları. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1), 20-29.
- Pehlivan, E. (1988). Türkiye Scarabaeidae ( Coleoptera) familyası üzerinde taksonomik çalışmalar. 1. Scarabaeus L., Gymnopleurus III., Sisyphus Latr. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 12(4), 221-230.
- Pehlivan, E. (1989). Türkiye Scarabaeidae ( Coleoptera ) familyası üzerinde taksonomik çalışmalar II Onthophagus Latr. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 13(1), 25-42.
- Pittino, R. (1982a). Due nuovi Onthophagus Latr. Anatolici del gruppo ovatus (L.). *Fragmenta Entomologica, Roma*, 16(2), 189-203.
- Pittino, R. (1982b). Una nuova sottospecie iraniana di Onthophagus ruficapillus Brulle (Coleoptera Scarabaeidae). *Revue Suisse De Zoologie*, 89(1).
- Pittino, R. (1995). A New Aphodius Species of the Subgenus Chilothorax from Anatolia. *Fragmenta Entomologica, Roma*, 27(1), 255-265.
- Pittino, R. (1996). An interesting rediscovery: Osmanius Balthasari. *Fragmenta Entomologica, Roma*, 27(2), 355-360.
- Rozner, I., & Rozner, G. (2009). *Additional Data to the Lamellicornia Fauna of Turkey (Coleoptera: Lamellicornia)*. 15, 69-100.
- Şahiner, Ö. (2013). *Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Aphodinae ve Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) Altfamilyaları Üzerinde Sistematik Çalışmalar* [Master Thesis]. Hacettepe Üniversitesi.
- Şenyüz, Y. (2009). *Fauna of subfamily Aphodiinae (Scarabaeidae, Coleoptera) in Turkmen Mountain* [PhD Thesis]. Dumlupınar University, Institute of Science, Department of Biology.
- Şenyüz, Y. (2015). Additions to Scarabaeoidea (Coleoptera) Fauna of Eskişehir. *Anadolu University Journal Of Science And Technology -C Life Sciences and Biotechnology*, 4(1). <https://doi.org/10.18036/btdc.42796>
- Şenyüz, Y. (2017). A New Genus and Species of Aphodiini (Coleoptera: Aphodiidae) from Istanbul Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 19(2), 8.
- Şenyüz, Y., Dindar, K., & Altunsoy, F. (2013). Contributions To The Knowledge Of Scarabaeidae (Coleoptera)

Fauna Of The Middle And East Black Sea Region Of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 8(2), 10.

Şenyüz, Y., Dindar, K., Çalışkan, H., & Şirin, D. Ü. (2016). Chorological Categories and Faunistic Records of Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea: Scarabaeidae) from the Sundiken Mountains, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 48(1), 137-150.

Şenyüz, Y., Dindar, K., Gülmez, M., & İzgördü, H. (2013). Bursa Aphodiinae ve Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) Türleri Üzerine Faunistik Bir Çalışma. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 32, 1-12.

Şenyüz, Y., Gülmez, M., Dindar, K., & İzgördü, H. (2017). A Preliminary Study On The Fauna Of Dung Beetle (Scarabaeidae, Coleoptera) At Horzum Village Of Şanlıurfa. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 39, 21-30.

Şenyüz, Y., Lobo, J. M., & Dindar, K. (2019). Altitudinal gradient in species richness and composition of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in an eastern Euro-Mediterranean locality: Functional, seasonal and habitat influences. *European Journal of Entomology*, 116, 309-319. <https://doi.org/10.14411/eje.2019.034>

Şenyüz, Y., & Şahin, Y. (2009a). Faunistic Studies on Aphodiinae Subfamily (Coleoptera, Scarabaeidae) of Kütahya (Turkey). *Linzer Biologische Beiträge*, 41(2), 1757-1766.

Şenyüz, Y., & Şahin, Y. (2009b). Faunistic Studies on Cetoniinae, Dynastinae, Melolonthinae, Rutelinae (Coleoptera: Scarabaeidae) Geotrupinae (Geotrupidae) of Kütahya. Province, Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 4(2), 536-541.

Şenyüz, Y., & Şahin, Y. (2013). Faunistic, Ecological and Zoogeographical Evaluations on the Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) of Kütahya province (Turkey). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37(4), 433-448.

Wikipedia (2020) Yüzölçümlerine göre ülkeler listesi. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C3%BCz%C3%B6l%C3%BCmlerine\\_g%C3%B6re\\_%C3%BClkeler\\_listesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C3%BCz%C3%B6l%C3%BCmlerine_g%C3%B6re_%C3%BClkeler_listesi) (Accessed date: 20.07.2020)

## Balık Tahnitinde Yeni Bir Metot: Parafinle Dolgu

Doğan Erhan Ersoy<sup>1\*</sup> 

**Özet:** Omurgalı örneklerinin saklanması en sık kullanılan yöntemlerden biri de tahnit yöntemidir. Tahnit yöntemi ile arşivlenmiş bilimsel materyaller daha sonra yapılacak olan sistematik, genetik ve paleontolojik çalışmalarda kullanılabilirler. Bu çalışma ile bilinen tahnit yöntemleri yerine yeni bir metot geliştirilmiştir. Geliştirilen bu metot, sıvı veya buhar halde koku içermediği için müzelerde, öğrenci laboratuvarlarında ve sergi materyali olarak kullanımı daha zararsız ve düşük maliyetlidir. Ayrıca bu metot ile güve zararına uğramış balık tahnit örnekleri tamir edilebilmektedir.

**Anahtar kelime:** Tahnit, Müze Materyali, Doldurma Yöntemi, Tespit Etme.

## A New Fish Taxidermy Method: Filling with Paraffin

**Abstract:** Taxidermy is one of the most frequently used methods for preserving vertebrate samples. Archived scientific materials with the taxidermy method can be used in systematic, genetic and paleontological studies to be carried out later. With this study, a new method has been developed instead of known taxidermy methods. Since this developed method does not contain odor in liquid or vapor form, it is more harmless and cost-less to use in museums, student laboratories and as exhibition material. With this newly developed method, fish embalming samples which damaged by moths also can be repaired.

**Keywords:** Taxidermy, Museum Material, Refill Method, Preparation.

<sup>1</sup>**Address:** Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye.

**\*Corresponding author:** entomol.erhanersoy@gmail.com

**Citation:** Ersoy, D. E. (2020) Balık Tahnitinde Yeni Bir Metot: Parafinle Dolgu. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 125-128.

### 1. GİRİŞ

Müze koleksiyonları, biyoçeşitlilik çalışmaları ve genetik çeşitliliğin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Müze materyallerinin hazırlanması, arşivlenmesi, sergi materyali haline getirilmesi ve eğitim için kullanılması üzerine birçok farklı koruma yöntemi mevcuttur.

Canlıların doku sıvısını çekip kurutma, dokuyu etanol veya formalin çözeltisinde saklama veya tüm gövdeyi buzdolabında dondurma en sık kullanılan muhafaza yöntemleridir (Rhinehart, 1983). Müzelerde örnek sayıları çok miktarda olduğundan, bütün örnekleri dondurarak ya da etanol içinde saklamak mümkün değildir. Bunun yerine ileride yapılabilecek genetik çalışmalar için de en uygun saklama yöntemi, örnekleri, derilerini veya kafatası örneklerini saklamaktır (de Moraes-Barros & Morgante, 2007). Bununla birlikte solungaçlardan ve yüzgeçlerden benzeri bir yapı hazırlanarak deri üzerine giydirilmiştir (Pequignot, 2006).

alınan doku örnekleri ile DNA analizleri yapılabilmektedir (Muhammad, 2016). Derinin çıkarılıp bir takım işlemlerden geçirildikten sonra düzenlenmesi, şekillendirilmesi, kurutulması ve bu şekilde saklaması işlemi taksidermi ya da tahnit yönteminin temelini oluşturur. Taksidermi kelimesi Yunancada düzenleme anlamına gelen 'taxis' ve deri anlamına gelen 'derma' kelimelerinin birleşmesi ile meydana gelmiştir (Pequignot, 2006a). Taksidermi Türkçeye tahnit olarak geçmiştir. Tahnit yönteminin temelleri eski Mısır'da mumyalamaya dayanmaktadır. Avrupa'da tahnit çalışmaları 16. yüzyıldan itibaren görülmeye başlar. Bu konuda İngilizce olarak yayınlanmış ilk yazı Edward Bolnest tarafından yazılmıştır. 18. yüzyıl tahnit yüzyılı olarak da anılmaktadır ve bu konuda birçok yayın bu yıllarda yazılmıştır. Yine birçok dolgu maddesi denemesi bu yıllarda yapılmıştır. 19. yüzyılda ise bazı tahnitçiler kemikleri tamamen çıkarıp ayrı koleksiyonlara katmaya başlamışlardır. Kemikler yerine canlıya heykel

Tahnit edilmiş örnekler, genetik çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır (Bahuguna, 2018; Weber et al., 2000). Ayrıca örnekler, omurgaları ile saklandıkları için sistematik ve paleontolojik çalışmalar için müzelerde daha fazla tercih edilmektedir (Pavia & Boano, 2018). Bu çalışma balık tahnitini için yeni bir yöntem sunmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Örnekler diseksiyon edilirken kuruma işlemi hızla olacağından malzemelerin hazırda bulundurulması gereklidir. Diseksiyon esnasında kullanılan malzemeler diseksiyon için bisturi ve ince uçlu makas, visceral kitlenin boşaltılması için kargaburnu pense, yüzgeçlerin sabitlenebilmesi ve açılması için basit defter atacı, materyal yüzeyini kaplamak için şeffaf ağaç tutkalı, suluboya fırçası, şekil vermek için karton plak, pamuk, açılan kesitin kapatılabilmesi için aktivatörlü hızlı yapıştırıcı ve dolgu malzemesi olarak parafin kullanılmıştır.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Parafinle doldurma

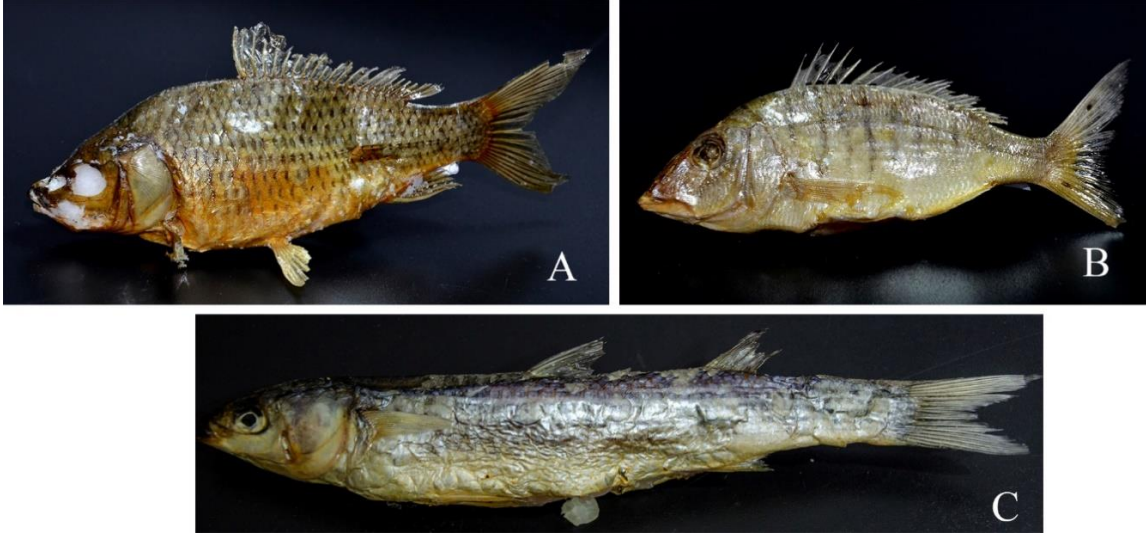
Örneklerin bir kısmı yakalandıktan hemen sonra tahnit edilmiş, bir kısmı +4°C buzdolabında saklanarak daha sonra tahnit edilmiştir. Hem buzdolabında tutulan hem taze örnekler için aynı işlem serisi uygulanmıştır. Örnekler üzerlerinde mukus ve çamur türevleri kalmayacak şekilde, ılık su ile pulların yattığı yönün aksi yönde yıkanıp,

kurutulmuştur Rinehart, (2000)'ın belirttiği şekilde kuruyan örneğin hacim kaybını azaltmak ve pulların dökülmesini önlemek için şeffaf ağaç tutkalı, küçük bir fırça yardımıyla sürülerek materyal kaplanmıştır. Diseksiyon işleminde pulların dökülmesi bu şekilde önlenmiştir. Diseksiyon işlemi esnasında makas ve bisturi yardımı ile anüsten başlayarak pelvik yüzgeç hizasına kadar ventralden bir kesik açılmıştır. Bu kesikten visceral kitle pens ve kargaburnu yardımı ile çıkarılmıştır. İçi boşaltılan örnek akan su altında kan ve artıklardan arındırılmıştır. İç organları çıkarılmış ve yıkanmış örneğin içi pamuk yardımı ile kurulanmıştır. Örnek kurumaya başladığında tamamen sertleşmeden deri içten boraks (Sodyum tetraborat dekahidrat) ile sıvanmıştır. Balığın ölçülerinde kesilmiş sunta, içine yerleştirilerek balığın şekil alması sağlanmış ve eğilmesi önlenmiştir (Şekil 1).

Büyük örneklerde bir kapta ısıtılarak macun kıvamına getirilmiş parafin, örneğin içerisine şekil verilerek doldurulmuştur. Küçük veya tamamen kurumuş olan örneklerde bu işlem yerine parafin talaş haline getirilmiş, bir miktar boraks karıştırılarak kuru örneğe zarar verilmeden açılan kesikten doldurularak sıkıştırılmıştır. Bu işlem balık morfolojisi canlı halindeki görüntüye gelene kadar devam edilmiştir. Açılan kesik bir araya getirilip aktivatörlü süper yapıştırıcı ile yapıştırılarak kapatılmıştır. Yüzgeçler ataç yardımı ile açılarak gerilmiş ve sabitlenmiştir. Bilimsel müze materyali olacak örnekler olduğu gibi saklanmış, öğrenci veya sergi materyali olarak kullanılacak örnekler ise şeffaf sprej vernik ile verniklenerek kurutulmuştur (Şekil 2).



Şekil 1: Mugil cephalus Linnaeus, 1758 örneği (A) örnek boyuna uygun bir sunta kesilmesi. (B) İçerisi temizlenmiş örnek (C) Pamuk yardımı ile kurutulmuş bırakılan örnek.



Şekil 2: Parafin dolgu metodu ile tahnit edilmiş balık örnekleri. (A) *Cyprinus carpio* L., 1758, (B) *Liza aurata* (Risso, 1810), (C) *Lithognathus mormyrus* (L., 1758).

### 2.2.2. Zarar görmüş tahnit örneklerinin tamiri ve temizlenmesi

Parafin, örneklere içten zarar vermediği gibi dışarıdan uygulanması da gayet kolay bir malzemedir. Özellikle müzelerde kötü şartlardan dolayı güve zararına uğramış örnekler parafinle doldurma yöntemi ile kurtulabilir.

Müze de bulunan tahnitler plastik bir poşete alınarak içerisine etil asetat (etil etanoat) sıkılarak ağzı bağlanarak içerisindeki güvelerin ölmesi sağlanmıştır. Daha sonra yumuşak bir fırça yardımıyla güve yumurtaları ve dökülen doku artıkları temizlenmiştir. Güveler tarafından açılmış veya tahrip nedeni ile oluşmuş deliklere az miktarda boraks tuzu dökülmüş ve parafinle sıvanmıştır (Şekil 3). Bu sayede güvelerin daha yumuşak olan iç katmanlara girişi önlenmiş ve var olan güveler öldürülmüştür.



Şekil 3: Müze de kötü şartlar sonucu güvelenmiş bir *Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758) örneğinin parafin dolgu metodu ile onarılmış hali.

### 3. Tartışma ve Sonuçlar

Örneklerin kuru olarak saklanması müzecilik ve bilimsel çalışmalar açısından önem arz etmektedir. Tahnitlerinden alınmış doku örnekleri ile filogenetik çalışmaların gerçekleştirilmesi mümkün olmuştur. (de Moraes-Barros & Morgante, 2007). Bu nedenle örneği sıvı içinde saklamak yerine kuru olarak saklamak daha daha çok kullanım alanı sağlamaktadır. Greer ve ark., (1991) yapmış oldukları makalede parafine gömülmüş doku örneklerinin uzun vadede PCR çalışmaları için kullanımının daha uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Gerek ülkemizde gerekse uluslararası müzeler ile yapılan örnek değişimlerinde sıvı taşıma protokolleri bakımından zorluklar yaşanmaktadır. Bu

nedenle alkol veya formalin çözeltisi içinde örnekler gönderilememektedir. Bu yöntemle bunun gibi güçlüklerin önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Klasik yöntemler ile tahnit yapımı birçok farklı malzeme ve uzun uğraş gerektirmesinin yanında maliyeti de oldukça yüksektir (Aldrich, 2016; Johnson, 1988). Arazi şartlarında veya kimyasal temininin zor olduğu durumlarda her yerde bulunabilen bal mumu ve ya parafin ile tahnitler basit ucuz ve kolay bir yol ile hazırlanabilirler. Alışıl gelmiş tahnit yönteminde kullanılan elyaf, pamuk, saman gibi hava gözenekleri çok olan maddeler güve teşekkülüne uygun ortam sağlamaktadır. Bunlar yerine parafin kullanımı, güve riskini en aza indirmiştir. Alkol ve formalin çözeltisi içinde saklanan örnekler laboratuvar veya müzelerde inceleme esnasında

fazlaca solunmaktadır. Solunan buhar haldeki formalin akciğerlere oldukça zararlıdır (Fisher, 1905). Bu yöntem, koku hassasiyeti ve kimyevi madde solunumu ile ilgili rahatsızlıklara sahip olan kişilerin bu alanda çalışmaları durumunda, olası riskleri ve yan etkileri en düşük seviyeye indirmekte ve daha az etkilenmelerini mümkün kılmaktadır.

Bu yöntemle doldurulmuş hayvanlarda renk kaybı sıvı içinde saklananlara göre daha azdır. Örneklerin hava alması engellenerek tahnit edildikleri için müzelerde ve depolarda güve etkisine çok daha az maruz kalmaktadırlar. Böylelikle örneklerin bakım maliyeti, yenilenmesi gereken formaldehit-alkol karışımına göre azaltılmıştır. Örneklerin muhafazası için kolaylık sağlamaktadır. Yine bu yöntemle daha önceden pamuk ve benzerleri hava alan dolgu malzemeleri ile doldurularak saklanmış ve güve etkisine maruz kalmış örnekler bu şekilde kurtarılmıştır. Bu uygulama ile yeni güve teşekkülü en aza indirilmiştir ve örnekler en az zararlar kurtarılmıştır. Bu metod ile eğitim amaçlı hazırlanmış malzemeler ile çalışırken en az kimyasal buharına ve etken maddeye maruz kalınarak daha sağlıklı bir laboratuvar çalışması yapılmasına imkân sağlanabilmektedir. Özellikle ders malzemelerinin bu yöntem ile hazırlanması sağlık ve görsellik açısından daha kullanışlı olacaktır.

#### **Teşekkür**

Bu çalışma 1. Yaban Hayvanları Kongresinde (20-27 Mayıs 2015, Van) poster olarak sunulmuştur (Ersoy, 2015).

#### **KAYNAKLAR**

Aldrich, E. (2016). How'd They Do That? Wildlife Journal. <https://www.wildlife.state.nh.us/pubs/documents/samples/taxidermy.pdf>

Bahuguna, A. (2018). Forensically informative nucleotide sequencing (FINS) for species and subspecies of genus *Prionailurus* (Mammalia: Carnivora: Felidae) through mitochondrial genes (12SrRNA and cytochrome b) by using old taxidermy samples. *Mitochondrial DNA Part B*, 3(2), 615–619. <https://doi.org/10.1080/23802359.2018.1462115>

de Moraes-Barros, N., Morgante, J. S. (2007). A simple protocol for the extraction and sequence analysis of DNA from study skin of museum collections. *Genetics and Molecular Biology*, 30(4), 1181–1185. <https://doi.org/10.1590/s1415-47572007000600024>

Fisher, M. H. (1905). The Toxic Effects of Formaldehyde and Formalin. *Journal of Experimental Medicine*, 6(4–6), 487–518. <https://doi.org/10.1084/jem.6.4-6.487>

Greer, C. E., Lund, J. K., Manos, M. M. (1991). PCR amplification from paraffin-embedded tissues: Recommendations on fixatives for long-term storage and prospective studies. *Genome Research*, 1(1), 46–50. <https://doi.org/10.1101/gr.1.1.46>

Johnson, B. (1988). Taxidermy Fish Form (Patent No. 4,755,142).

Muhammad, H. (2016). An Efficient Method for Dna Isolation From Fish Fin. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 53(04), 843–850. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/16.3998>

Pavia, M., Boano, G. (2018). Recovery of skeletal elements and extended wing from a mounted specimen of the nearly extinct Slender-billed Curlew (*Numenius tenuirostris*). *Rivista Italiana Di Ornitologia*, 88(1), 9–14. <https://doi.org/10.4081/rio.2018.340>

Pequignot, A. (2006a). The History of Taxidermy: Clues for Preservation. *Collections*, 2(3), 245–255. <https://doi.org/10.1177/155019060600200306>

Pequignot, A. (2006b). The History of Taxidermy: Clues for Preservation. *Collections*, 2(3), 245–255. <https://doi.org/10.1177/155019060600200306>

Rhinehart, J. R. (1983). Taxidermy Fish Body Insert Piece and Method of Marking It (Patent No. 4,408,992).

Rinehart, D. (2000). Preventing Scale Loss with Glue. *Breakthrough*, 61, 42–45.

Weber, Diana S., Stewart, B. S., Garza, J. C., Lehman, N. (2000). An empirical genetic assessment of the severity of the northern elephant seal population bottleneck. *Current Biology*, 10(20), 1287–1290. [https://doi.org/10.1016/S0960-9822\(00\)00759-4](https://doi.org/10.1016/S0960-9822(00)00759-4)

## Kentsel Ölçekte Peyzaj Uygulama Projesinin Hazırlanması: Koçarlı-İncirliova Karayolu Örneği

Derya Gülçin<sup>1\*</sup> 

**Özet:** Yerel yönetimler ile akademi işbirliği çerçevesinde hazırlanan projelerin temel hedefi, hem peyzaja fonksiyonel katkılar sağlamak hem de insanların sosyal, rekreasyonel, kültürel ve ekonomik olanaklarını arttırmaktır. Planlama ölçeğinden tasarım ölçeğine kadar gerçekleşen proje aşaması süreçlerinin başarı ile yönetildiği projelerin uygulanması akademik katkının eyleme dönüşmesindeki en büyük etkidir. Peyzaj tasarımının hedefine ulaşması, teorinin pratiğe dönüşmesi ile mümkündür. Bu çalışma, Koçarlı Belediyesi ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü işbirliği ile gerçekleştirilmiştir. Koçarlı-İncirliova karayolunun tasarlanmasına yönelik tasarım süreci sunularak uygulama önerileri geliştirilmiştir. Koçarlı yerleşim alanında örnek bir peyzaj uygulama projesinin hazırlanmasındaki kavramsal yaklaşım, Koçarlı-İncirliova karayolunda açık alan bağlantılılığını ve sürekliliğini sağlayacak, aynı zamanda rekreasyonel ihtiyaçlara cevap verebilecek bir alanın tasarlanmasına dayanmaktadır. Bu çalışma ile tasarım alanının Koçarlı kimliğine katkı sağlayacağı ve zamanla kentsel odakları çevresinde bulunduracağı öngörülmektedir. Öneri tasarımın, mekânın özellikle rekreasyonel ve görsel değerini artırması hedeflenmektedir. Sonuç olarak, hazırlanan uygulama projesi çeşitli uzmanlar tarafından değerlendirilmiş, proje Koçarlı belediyesi ve uzman öğretim üyelerince başarılı bulunmuştur. Belediye tarafından uygulama çalışmalarının imar iznine bağlı olarak çeşitli revizyonlarla gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Peyzaj tasarımı, kentsel tasarım, rekreasyon, uygulama projesi, Koçarlı

## Development, Production and Implementation of A Landscape Design: Koçarlı-Incirliova Case

**Abstract:** The main goal of implementation projects developed by the framework of academic cooperation with municipalities and managers is to provide ecological, economic, visual or recreational contributions to the landscape and to increase the social, cultural, and economic opportunities. When the project phases are successfully managed from a coarse scale to a fine scale, the implementation can be effectively done, and this is significant for the transformation of the academic contribution into action. This study was carried out in cooperation with Koçarlı Municipality and Landscape Architecture Department of Aydın Adnan Menderes University. Suggestions for the design of the Koçarlı-Incirliova highway were developed targeting to maintain continuity of green spaces and meet recreational needs of people in the project area. It is believed that the designed area will contribute to the identity of Koçarlı by having been increased particularly recreational and visual qualities, and therefore the project area will be one of the landmarks in time. As a result, the implementation project was presented and it was evaluated by various experts. Although the implementation project was found successful by the municipal and professional experts, it was stated that the implementation will be carried out with some revisions due to the zoning permission.

**Keywords:** Landscape design, urban design, recreation, implementation project

<sup>1</sup>**Address:** Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın, Türkiye

**\*Corresponding author:** derya.yazgi@adu.edu.tr

**Citation:** Gülçin, D. (2020). Kentsel Ölçekte Peyzaj Uygulama Projesinin Hazırlanması: Koçarlı-İncirliova Karayolu Örneği. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 129-140.



## 1. GİRİŞ

Dünyada hızla artan kentleşme, yerel yönetimlerin ve peyzaj tasarımcı/plancılarının çeşitli stratejiler geliştirmesini sağlamıştır (Ahern, 1995; Fongar et al., 2019). Örneğin; Avrupa’da kompakt şehir stratejileri geliştirilmiş ve şehir içindeki yeşil altyapının korunmasına yönelik düzenlemeler geliştirilmiştir (Artmann et al., 2019; Hansen et al., 2019). Stratejilerin uygulanmasında belediye ile işbirliği çerçevesinde yapılan projelerin hedefinde araç kullanımının azaltılması, kent çevresindeki tarım alanlarının korunması, kentsel yeşil alanların artırılması ve kırsal alanlardaki biyolojik çeşitliliğin korunması yer almaktadır (Ribeiro ve Barao, 2006; Koppen et al., 2014). Kompakt şehir stratejisinde her ne kadar temel hedef doğa koruma olsa da artan yapılaşma kısmen peyzaj üzerinde baskı yaratmaktadır (Jim, 2004). Bu nedenle, alternatif çözüm olanaklarının üretilmesinde mevcut peyzaj yapısının detaylı olarak analiz edilmesi, zamansal değişimin izlenmesi ve değişim/dönüşüm etkilerinin sayısallaştırılması önemlidir (Taubenböck et al., 2012; Marsal-Llacuna et al., 2015).

Türkiye’de kent parklarının oluşturulması ve yönetimi yerel yönetimlerin idaresinde bulunmaktadır. Özellikle rekreasyon alanlarının planlanmasında ve tasarlanmasında yerel yönetimler aktif rol oynamaktadır (Koçyiğit ve Yıldız, 2014). Yerel yönetimlerin stratejik hedeflerinden bazıları; rekreasyonel faaliyetlere hizmet verecek aktif yeşil alanlar oluşturmak, yeşil alanların bakımını yaparak sürdürülebilirliğini sağlamak, kullanıcıların ortak kullanabileceği (sıhhi tesis vb.) mekânlar tasarlamaktır (Gözlükaya, 2007; Dönmez, 2016). Kentlerde potansiyel yeşil alanlar arasında kent parkları, kent ormanları, tema parkları, kıyı alanları, meydanlar, kamu kurum ve kuruluşlarının bahçeleri ve üniversite kampüsleri yer almaktadır (Çorbacı et al., 2020). Kent sistemi içindeki yeşil alanlar, kullanıcıların ihtiyaçlarına ve isteklerine cevap veren, yapısal alanlar ile kent arasında denge kuran, görsel açıdan estetik değerler sunan, kentsel yaşam kalitesini arttıran alanlardır (Rasidi et al., 2012; Wolff et al., 2020). Aktif yeşil alanlar arasında yer alan parkların kolay ulaşılabilir olması, sosyal ve kültürel etkileşime olanak sağlaması, her yaş grubunun isteklerine cevap verecek rekreasyonel aktiviteleri barındırması gerekir (Özkır, 2007). Kent parkları; konumlarına, fonksiyonel özelliklerine, kişi başına düşen alan miktarına, donatı elemanlarına, kullanıcı gruplarına göre tasarlanmalı ve uygulamaya elverişli olacak şekilde planlanmalıdır (Başalma et al., 2017).

Gelişmiş ülkelerde kent kimliğini yansıtan parkların planlama ve tasarım aşaması incelendiğinde yerel yönetimin peyzaj mimarları ile işbirliği içerisinde çalıştığı görülmektedir (Parolek et al., 2008). Bunun en iyi örneklerinden birisi Amerika’daki Central Park’tır. Central Park’ın tasarlanmasında peyzaj mimarlığı disiplininin öncü isimlerinden Frederick Law Olmsted ve Calvert Vaux birlikte çalışarak peyzaj mimarlığı temelini geliştirmesinde katkı sağlamışlardır. Tasarım prensiplerinin temelinde ise doğa ile kentin bütünleşmesinin yanı sıra rekreasyonun ön plana

çıkması ve sosyal iletişimin güçlenmesi yer almıştır (Özdemir, 2008).

Güncel araştırmalara göre, kentlerde rekreasyon alanlarına olan mesafenin ve yeşil alan miktarının insan sağlığını önemli seviyede etkilediğini göstermiştir (Lee and Maheswaran, 2011; Li et al., 2019; Šebo et al., 2019). Rekreasyon alanları, eğlence ya da dinlenme olanağı sağlamalarının yanı sıra, kentsel gürültü seviyesini azaltarak ve ayrıca yeşil alanlar aracılığı ile hava kalitesini/konforunu artırarak çeşitli ekosistem hizmetleri de sağlarlar (Vallecillo et al., 2019). Bu nedenle, kentsel peyzajın yakın çevresindeki alanların (örneğin kent ormanı, kıyı alanı, park vb.) ulaşılabilir olması rekreasyon karakterinin ve rolünün belirlenmesinde önemli bir kriterdir (Yenice, 2012; Liu et al., 2017).

Rekreasyon alanlarına ulaşım sağlanmasında bisiklet yollarının rolü büyüktür (Ankaya ve Aslan, 2020). Türk Standartları Enstitüsünün (TSE), bisiklet yollarının planlanması için oluşturduğu bazı ölçütler (bisiklet yolu genişliği, bisiklet park yerlerinin konumu, taşıt yolu ve bisiklet yolunun birbirinden ayrılması vb.) bulunmaktadır. Bisiklet yollarının tasarlanması için ölçütler belirlenmesine ve çeşitli kentler için yapılan bisiklet yolu tasarım projeleri bulunmasına rağmen Türkiye’de henüz her şehirde bisiklet yolu ağının planlanmamış olması, ulaşım altyapısındaki en büyük eksikliklerden birisidir (Mert ve Öcalır, 2010). Son yıllarda yapılan yerel yönetimlerin uyguladığı çalışmalarda bisiklet yolu öneren ulaşım planları olsa da, bisiklet için ayrılan alan miktarı oldukça sınırlıdır.

Bu çalışma, Koçarlı Belediyesi ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü işbirliği ile gerçekleştirilmiştir. Koçarlı ilçesi yerleşim alanı ve açık alanları incelenerek, Koçarlı-İncirliova karayolunun planlanması ve tasarlanmasına yönelik değerlendirme ve öneriler geliştirilmiştir. Koçarlı yerleşim alanında peyzaj değerlendirmelerinin yapılması ve peyzaj uygulama projesinin hazırlanmasındaki kavramsal yaklaşım, Koçarlı-İncirliova karayolunda açık alan bağlantılılığını ve sürekliliğini sağlayacak, aynı zamanda rekreasyonel ihtiyaçlara cevap verebilecek bir alanın tasarlanmasına dayanmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın hedefleri aşağıda sunulmuştur:

- Koçarlı yerleşim sınırı içerisinde yeni bir rekreasyon alanının oluşturulması,
- Koçarlı-İncirliova karayolunda bisiklet yolunun tasarlanması
- SWOT analizi, fonksiyon diyagramı ve uzman eleştirileri doğrultusunda master planın hazırlanması
- Uygulama projesinin tamamlanması

Bu çalışma; (1) Aktif olarak kullanılacak bir proje alanında hangi program elemanlarına yer verilebilir?, (2) Farklı kullanıcı gruplarının rekreasyonel faaliyetleri göz önüne alınarak hangi tasarım önerileri sunulabilir? Soruları çerçevesinde yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmanın ana materyallerini, Koçarlı Belediyesi tarafından hazırlanan mevcut vaziyet planı ve imar planı oluşturmaktadır. Buna ek olarak, teknik detayları gözlemlemek amacıyla çevre analizinde çekilen fotoğraflar da materyal olarak kullanılmıştır.

Koçarlı ilçesi, Aydın iline 24 km uzaklıktadır ve Aydın'ın Karpuzlu, İncirliova, Germencik ve Söke İlçeleri ile komşudur. Koçarlı ilçesinde, Akdeniz havzasında parçalı desene sahip olan fıstık çamı (*Pinus pinea* L.) hem doğal hem de ağaçlandırma yoluyla kültürel olarak mekânsal yayılış gösterir (Varol ve Tatlı, 2002). Aynı zamanda yabancı zeytinlerin (*Olea europaea* L.) oluşturduğu galerilere de rastlamak mümkündür.

İlçedeki kültür varlıkları arasında Amyzon antik kenti, Cihanoğlu kulesi, tarihi camiler ve arkeolojik sit alanları yer almaktadır. Özellikle son dönemde Koçarlı kent ormanının mesire yeri olarak düzenlenmesi, yamaç paraşütü için altyapının oluşturulması ve dağcılık faaliyetlerinin yaygınlaşması ilçede turizmin gelişmesini sağlamıştır (Aydın Belediyesi, 2019).

Bu çalışma, Koçarlı merkezinden İncirliova'ya bağlanan karayolunun Şekil 1'de sunulan bölümünde yürütülmüştür. Çalışma alanının kuzeydoğusu ve kuzeybatısı tarım alanları ile çevrilidir. Çalışma alanının güneyinde ise yerleşim alanları bulunmaktadır. Alanda kentsel yeşil alanların miktarı oldukça azdır ve tarım alanı sınırındaki spontan vejetasyonun (kendiliğinden doğal olarak oluşan) Büyük Menderes Havzasındaki tipik türlerine rastlamak mümkündür.



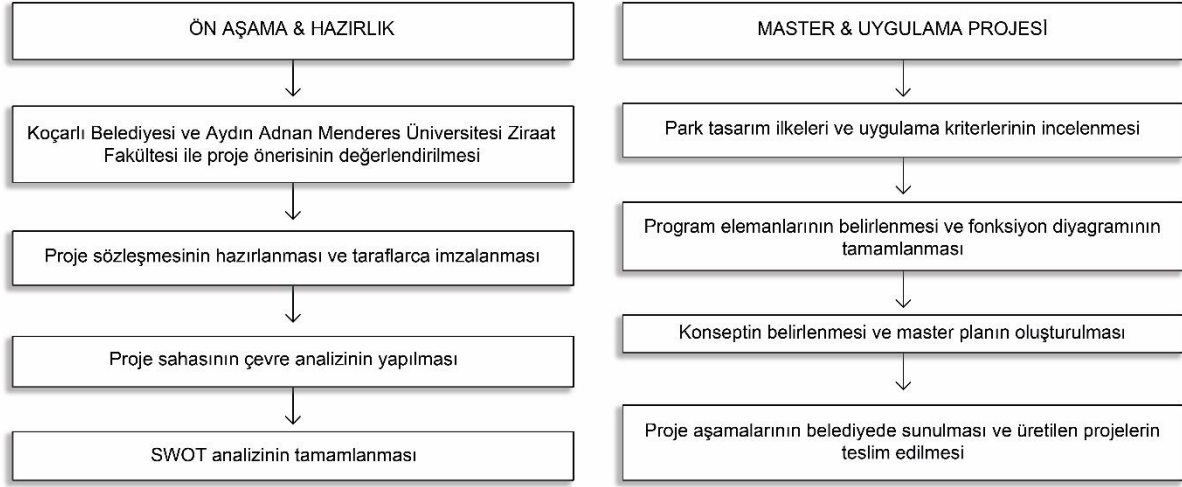
Şekil 1. Proje alanı

Şekil 2'de sunulan yöntem akış şemasında görüldüğü üzere, bu çalışma ön aşama ve hazırlık ile master projesi olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Ön aşama ve hazırlık kapsamında, ilk olarak Koçarlı Belediyesi ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi yönetimi ile proje önerisi değerlendirilmiştir. Bir sonraki aşamada, proje sözleşmesi hazırlanarak taraflarca imzalanmıştır. Mevcut vaziyet planı ve ilçe imar planı dijital ortamda çalışmaya olanak sağlayacak şekilde temin edilmiştir. Ayrıca, projenin hazırlanmasına yönelik eksik veri olduğu durumda arazi ölçümleri ve haritacılık hizmetlerinden yararlanılmıştır. Proje sahası çevre analizi kapsamında ziyaret edilmiş ve proje detaylarını şekillendirecek ön notlar kaydedilerek, alanı net olarak tanımlayan fotoğraflar çekilmiştir. Çevre analizinden sonra güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditleri ifade eden SWOT analizi yapılmıştır.

Master & uygulama projesi aşamasının ilk adımı tasarım ilkeleri ve uygulama ölçütlerinin incelenmesidir. Peyzaj tasarım sürecinin çevre analizinden başlayarak, işlev diyagramı, avan proje, master plan ve uygulama projesi ile tamamlanması gerekir (Bilgili et al., 2018). Bu bağlamda, çevre analizi bittikten sonra fonksiyon diyagramı oluşturulmuş ve ardından kavramsal yaklaşım belirlenmiştir. Bu bağlamda, önerilen sosyal donatı elemanlarının her türlü kullanıcı grubuna uygun olarak tasarlanması ve doğa ile uyumlu tasarım çizgilerine yer verilmesi hedeflenmiştir. Proje kapsamında önerilen bisiklet yolunun hedefleri ise aşağıda sunulmuştur:

- Bisiklet kullanımında güvenliğin artırılarak, hem motorlu taşıtlar hem bisikletler hem de yayalar için güvenli bir trafik ortamının oluşturulması,
- Bisikletin kent içi ulaşımında kullanımının yaygınlaştırılması,

- Bisiklet yolculuklarının konforunun artırılarak taşıt trafiği içinde bisiklet sürüş stresinin azaltılması,
- Bisiklet kullanımının toplumun tüm kesimleri arasında yaygınlaştırılması



Şekil 2. Yöntem akış şeması

Tasarım aşaması çeşitli eskiz çalışmaları ile şekillenmiş ve AutoCAD 2019 yazılımında detaylandırılmıştır. Master plan ise Adobe Photoshop CS5 yazılımı ile görselleştirilmiştir. Tasarımın üç boyutlu olarak görselleştirilmesi amacıyla SketchUp modelleme yazılımı kullanılmıştır. Bu bölümde çalışmada kullanılan materyal ve yöntem açıkça ifade edilmelidir.

### 3. BULGULAR

Alan analizi sonucunda yapılan ve güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditlerden oluşan SWOT analizi proje ekibinde yer alan uzman öğretim üyeleri ile tamamlanmıştır. SWOT değerlendirmesine göre öneri bisiklet rotasının Koçarlı ilçesi sınırında sona ermek

zorunda olması bu çalışmanın zayıf yönüdür. Bunun yanı sıra, proje alanının kentsel mekânlarla ilişkisi arasında güçlü bir bağ bulunamamıştır. Bunun temel sebebi, proje alanındaki bitki varlığının eksikliğidir. Kent ağaçlarının ekosistem servislerine katkısı olduğu için (karbon tutma, gürültü engelleme, kirlilik tutma vb.) özellikle değişen iklim koşullarına adaptasyonun sağlanmasında bitki varlığına ihtiyaç vardır. Proje alanı ile yakın çevresindeki yerleşim alanları arasındaki eğim farkı sebebiyle, uygulama aşamasında kazı-dolgu çalışmalarına yer verilecek olması projedeki bir diğer zayıf yönüdür (Şekil 3).



Şekil 3. SWOT analizi

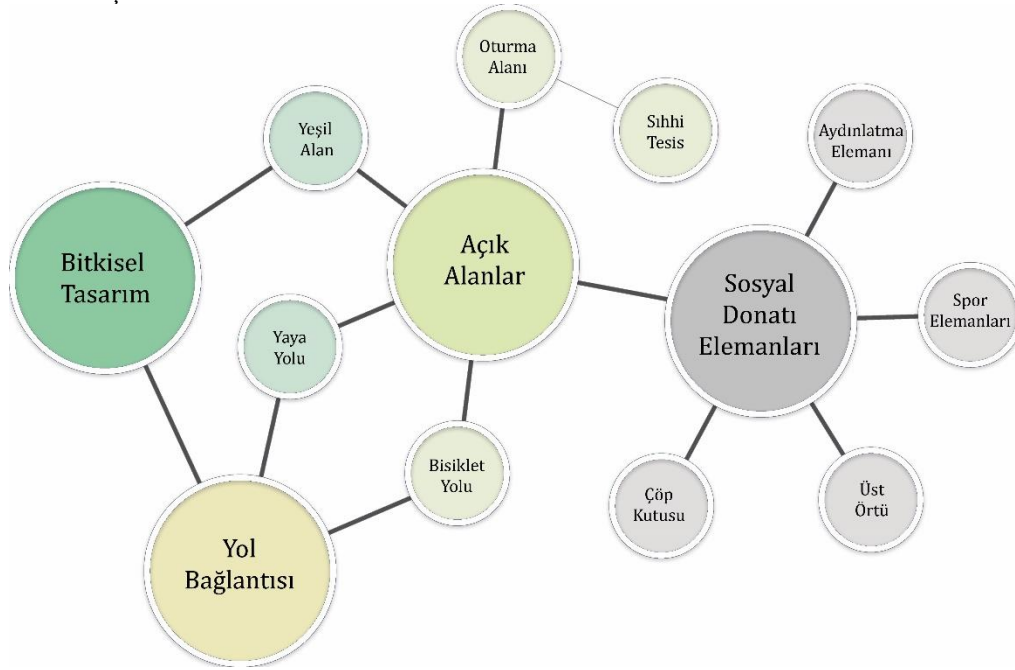
SWOT analizinde vurgulandığı üzere alandaki tek tehdit, taşıt trafiğinin oluşturduğu tehlikedir. Bisiklet yolunun tasarlanmasında kara yolundaki aktif trafiğin göz önünde bulundurulması gerekliliği açıktır. Güçlü yönler göz önünde bulundurulduğunda, belediyenin desteği ilk sıradadır. Koçarlı Belediyesi, hem proje aşamalarının hedefine ulaşabilmesi amacıyla harita temini, alanın mevcut raporu, nazım imar planı vb. materyalleri sağlamıştır. Projenin bir diğer güçlü yönü

ise, proje alanının konumudur. Alan, hem Koçarlı merkezine hem de Aydın il merkezine yakın olduğu için önerilen bu yeni kentsel mekânla hem kentliyi hem de kırsal insanı buluşturabilecek potansiyele sahiptir. Proje alanındaki güçlü yönlerden birisi de yeni bisiklet ve yaya yolunun tasarlanmasına olanak verecek ölçülere sahip olmasıdır. Bu proje, Koçarlı Belediyesi'nin başvurusu ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından finansal açıdan teşvik edilme potansiyeli taşımaktadır.

SWOT analizi sonucunda belirlenen olanaklar incelendiğinde, bisiklet ve yaya yolu için uygun ve düz arazi yapısı ilk sıradadır. Önerilen bisiklet yolunda İncirliova istikametinde doğru gidiş yapılabileceği gibi, İncirliova istikametinden Koçarlı merkezine de geri dönüş yapılabilecektir. Dolayısıyla bisiklet yolunda ring yapmak mümkün olacaktır. Alanın, ulaşım yönünden kolay olması ve öneri fikirler ile rekreasyonel açıdan çeşitli servisler sunma potansiyeli vardır.

Yeşil altyapı güçlendirildiği takdirde alanda kullanıcıların vakit geçirme ihtimali artabilir ve proje alanı, zaman içinde daha çok kullanılmaya başlanabilir. Bu öngörüler göz önünde bulundurulduğunda, proje alanının kent kimliğine katkı sağlaması ve zamanla kent belleğinde yer alması beklenmektedir. Bu bağlamda, alanın kent vizyonu bakımından bir prestij alanına dönüşme olanağı vardır. Ayrıca, yayalara karayolu kenarında yürüyüş imkânı sunan yürüyüş yolu da olanak olarak değerlendirilmiştir.

Program elemanları bitkisel tasarım, açık alanlar, sosyal donatı elemanları ve yol bağlantısı başlıkları altında gruplandırılmıştır (Şekil 4). Bitkisel tasarıma yer verilen alanlar açık yeşil alanlar ve yaya yollarıdır. Yol bağlantısı, yaya yolu ve bisiklet yolundan oluşmaktadır. Bisiklet yolu ve yeşil alanlara ek olarak açık alanlardaki program elemanları oturma alanları ve sıhhi tesislerdir. Aydınlatma elemanı, spor elemanları, çöp kutusu ve üst örtü ise sosyal donatı elemanları başlığı altında sınıflandırılmıştır. Program elemanları arasındaki bağın kuvveti, çizgilerin kalın ve ince olmasına göre farklılık göstermektedir. Örneğin; sosyal donatı elemanları ve açık alanlar arasında kuvvetli bir bağ vardır. Fonksiyon diyagramı belirlendikten sonra, projenin kavramsal yaklaşımına karar verilmiştir. Projenin kavramsal yaklaşımı öneri bisiklet ve yaya yolu ile aktif peyzajlar yaratılarak; "herkes için tasarım", bir diğer deyişle tüm kullanıcı gruplarına hitap eden bir tasarım yapmaktır.



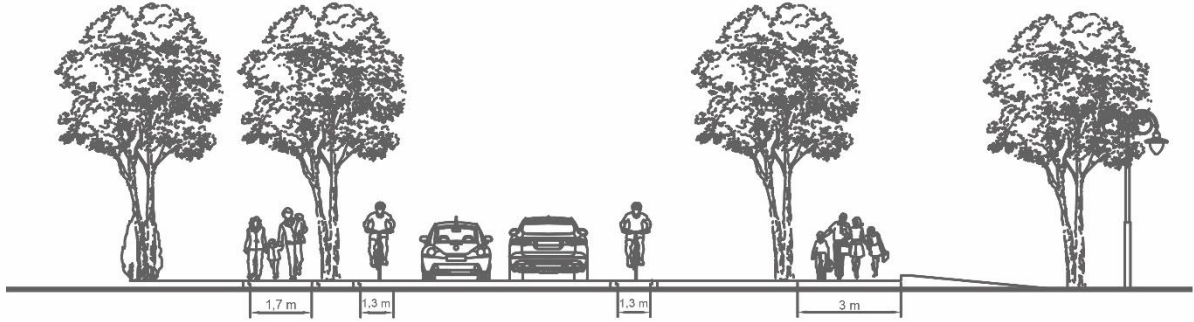
Şekil 4. Fonksiyon diyagramı

Çalışma sonucunda üretilen master planı, planın okunabilmesi için üç ayrı bölüm olarak Ek 1’de sunulmuştur. Ek 1’de görülebileceği üzere program elemanları doğa ile uyumlu ve genel tasarım ilkelerine uygun olarak tasarlanmıştır. Program elemanlarına ait bazı detaylar üç boyutlu görseller ile sunulmuştur.

Bisiklet yolu standartlarının belirlenmesinde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan 29521 sayılı yönetmelik referans alınmıştır. Tasarlanan bisiklet yolunda, taşıt yolu ile bisiklet yolu birbirinden en az 25 cm genişliğinde devamlı çizgi ile ayrılmıştır. Bisiklet yolu genişliği TS 10839’a uygun olarak tasarlanmıştır. Bisiklet yolunun kenarındaki yaya yolunun genişliğinin belirlenmesinde evrensel tasarım ölçütleri (herkes için tasarım) referans alınmıştır. Buna göre, yaya yolu 120 cm genişliğinde tasarlanmıştır. Bitkisel tasarımda, yetiştirme ortamı koşulları göz önünde bulundurularak uygulamada dikilecek ağaç ve çalıların araç ve yaya trafiğini engellemeyecek şekilde olmasına dikkat edilmiştir. Önerilen ağaçların yola mesafesi minimum 1-1,5 metre alınmış, yaya ve taşıt trafiğinin engellenmemesi için ağaçların taçlarının

altında yayalar için en az 2,5 metre net aralık (dalsız gövde) bırakılmıştır. Yol ve park alanlarında yukarıdan aydınlatma öğeleriyle ağaçların düzenlenmesi birlikte ele alındığında başarı sağlanmaktadır. Tasarımda, tasarımın temel ilkelerine uymaya özen gösterilerek görsel ritim, form ve düzen konusunda uyum sağlanmıştır. Sosyal donatı elemanlarında tüm kullanıcıların kullanımına uygun ve doğa ile uyumlu malzeme seçilmiştir. Bisiklet sürücülerinin, bisikletlerini güvenli olarak bırakabilecekleri, aydınlatması olan, hava koşullarına dayanıklı, motorlu taşıt trafiğinden arındırılmış bisiklet park yerleri ihtiyacı karşılayacak oranda önerilmiş ve tasarlanan bisiklet park yerlerinde TS 11782 standartları sağlanmıştır. Bisiklet park yerleri araç ve yaya trafiğine engel olmayacak şekilde, bisiklet yollarına yakın ve güvenli olacak şekilde tasarlanarak bilgilendirici işaret ve levhalarla tanımlanmıştır.

Ek 2’de ise projenin uygulama detaylarına yer verilmiştir. Önerilen tüm program elemanlarına ait teknik detay ve ölçülendirme çizilmiş ve detaylar kesitlerle desteklenmiştir. Örnek olarak çalışma alanının güneyinden kuzeye doğru alınan DD kesiti Şekil 5’de sunulmuştur.



Şekil 5. Proje alanı DD kesiti

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Yerel yönetim ve üniversite işbirliği ile karşılıklı fikir alışverişi sonucunda ortaya uygulanabilir, rekreasyonel hizmetlerin artmasını sağlayacak ve kent belliginde yer alacak mekânlar oluşturulabilir. Tasarım ve uygulama projelerinin üretilmesinde yerel yönetim destekli işbirliği, bilimsel bilginin teoriden pratiğe dönüşmesindeki en büyük avantajlardan birisidir.

Dünyaca ünlü kentsel odak niteliğindeki parklarda, parkın tasarım başarısının arkasında şehir halkı, yerel yönetimler ve park komisyonunun birlikte çalışmasının yanında, şehir plancıları ve peyzaj mimarlarının ortak çalışmaları vardır. Kentsel mekânların sürdürülebilir kaliteli hizmet sunmasının, hem kente hem de kentliye katkı sağladığı görülmektedir. Bu alanlar, kullanıcıların dinlenme, öğrenme ve eğlenme gibi rekreasyonel faaliyetlerini gerçekleştirici bir ortam sağlanmaktadır. Özellikle tasarımı başarı ile tamamlanan parklar kent kimliği ve ekonomisi için önemli bir değer oluşturmaktadır.

Bu proje sonucunda “herkes için tasarım” temelli rekreasyonel taleplere cevap verebilecek yeni bir mekân tasarımı tamamlanmıştır. Evrensel tasarım ölçütlerinin

benimsenmesinden dolayı alanının kullanıcılar tarafından aktif olarak kullanılacağı ön görülmektedir. Peyzaj tasarımda mekânsal kompozisyon oluşturulurken tasarım amacına uygun kullanımlar önerilmiş, sosyal olanaklar sağlanmış, ergonomik detaylar sunulmuştur. Projenin uygulama aşamasında, imar iznine ve yapı müsaadesine bağlı olarak çeşitli revizyonlar yapılabilir. Ancak, projenin orijinal tasarım ve öneriler doğrultusunda uygulanmasının projenin gerçek hedeflerine ulaşabilmesi bakımından önemli olduğu vurgulanmıştır.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Prof. Dr. Çiğdem Kılıçaslan, Prof. Dr. Bülent Deniz ve Dr. Öğr. Üyesi Özgür Kamer Aksoy’un yönlendirici fikirleri doğrultusunda yürütülmüştür. Koçarlı Belediyesi ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü arasında yapılan döner sermaye sözleşmesi kapsamında yürütülen "Koçarlı Belediyesi Peyzaj Analiz ve Değerlendirmelerinin Yapılması ve Peyzaj Uygulama Projesi Hazırlanması" başlıklı çalışma 18/07/2019 tarihinde resmi olarak başlamış ve bir yıllık zaman sürecinde tamamlanmıştır. Proje ekibine ve yüksek lisans öğrencisi Tuğba Coşkun’a teşekkür ederim.

**KAYNAKLAR**

- Ahern, J. (1995). Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning*, 33(1), 131-155.
- Ankaya, F. Ü., Aslan, B. G. (2020). Kent İçi Ulaşımında Bisiklet Yollarının Planlaması; Dünya ve Türkiye Örnekleri. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 1-10.
- Artmann, M., Kohler, M., Meinel, G., Gan, J., Ioja, I. C. (2019). How smart growth and green infrastructure can mutually support each other—A conceptual framework for compact and green cities. *Ecological Indicators*, 96, 10-22.
- Aydın Belediyesi, (2019). Koruma Amaçlı Nazım İmar Plan Açıklama Raporu. <http://aydin.bel.tr/Content/assests/Videolar/2312019154319.pdf> (Erişim Tarihi: 20.05.2020).
- Başalma, D.E., Uslu, A., Körmeçli, P. Ş. (2017). Kent parkı kalite göstergelerinin değerlendirilmesi kapsamında bir deneme: Ankara/100. Yıl Birlik Parkı Örneği. *International Journal of Landscape Architecture Research*, 1(1), 08-13.
- Bilgili, B. C., Gökyer, E., Özyavuz, M., Çorbacı, Ö. L. (2018). Peyzaj Tasarımında Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanımının Değerlendirilmesi: Çankırı Karatekin Üniversitesi Yerleşkesi Örneği. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 14(2), 1-16.
- Çorbacı, Ö. L., Turna, T., Oğuztürk, G. E. Kamusal Alanların Peyzaj Düzenlemesi Açısından Erişilebilirliğinin İncelenmesi; Dicle Üniversitesi Kampüsü Örneği. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 16(1), 105-127.
- Dönmez, Y. (2016). Investigation of Active Green Spaces within the Criterion of Earthquake Park Concept: Case Study of Safranbolu City. Efe, R., Cürebal, I., Gad, A., Toth, B. (Eds.) *Environmental Sustainability and Landscape Management*.
- Fongar, C., Randrup, T. B., Wiström, B., Solfeld, I. (2019). Public urban green space management in Norwegian municipalities: A managers' perspective on place-keeping. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44, 126438.
- Gözlükaya, T. (2007). Yerel yönetimler ve stratejik planlama: Modeller ve uygulama örnekleri. Master tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı.
- Hansen, R., Olafsson, A. S., van der Jagt, A. P., Rall, E., Pauleit, S. (2019). Planning multifunctional green infrastructure for compact cities: What is the state of practice?. *Ecological Indicators*, 96, 99-110.
- Jim, C. Y. (2004). Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities. *Cities*, 21(4), 311-320.
- Koçyiğit, M., Yıldız, M. (2014). Yerel yönetimlerde rekreasyon uygulamaları: Konya örneği. *International Journal of Sport Culture and Science*, 2, 211-223.
- Koppen, G., Sang, Å. O., Tveit, M. S. (2014). Managing the potential for outdoor recreation: Adequate mapping and measuring of accessibility to urban recreational landscapes. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(1), 71-83.
- Lee, A. C., Maheswaran, R. (2011). The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. *Journal of Public Health*, 33(2), 212-222.
- Li, L., Du, Q., Ren, F., Ma, X. (2019). Assessing spatial accessibility to hierarchical urban parks by multi-types of travel distance in Shenzhen, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1038.
- Liu, W., Chen, W., Dong, C. (2017). Spatial decay of recreational services of urban parks: Characteristics and influencing factors. *Urban Forestry & Urban Greening*, 25, 130-138.
- Marsal-Llacuna, M. L., Colomer-Llinàs, J., Meléndez-Frigola, J. (2015). Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative. *Technological Forecasting and Social Change*, 90, 611-622.
- Mert, K., Öcalir, E. V. (2010). Konya'da Bisiklet Ulaşımı: Planlama ve Uygulama Süreçlerinin Karşılaştırılması. *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 27(1).
- Özdemir, A. (2008). Katılımcı Kent Kimliğinin Oluşumunda Kamusal Yeşil Alanların Rolü. *Planlama*, 37.
- Özkır, A. Y. (2007). Kent parkları yönetim modelinin geliştirilmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.
- Parolek, D. G., Parolek, K., Crawford, P. C. (2008). *Form Based Codes: A Guide for Planners, Urban Designers, Municipalities, and Developers*. Parolek D. G., Parolek, K., Crawford, P. C. (Eds.) John Wiley & Sons.
- Rasidi, M. H., Jamirsah, N., Said, I. (2012). Urban green space design affects urban residents' social interaction. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 68, 464-480.
- Ribeiro, L., Barao, T. (2006). Greenways for recreation and maintenance of landscape quality: five case studies in Portugal. *Landscape and Urban Planning*, 76(1-4), 79-97.
- Šebo, J., Gróf, M., Šbová, M. (2019). A contingent valuation study of a polluted urban lake in Košice, Slovakia: The case of the positive distance effect. *Journal of Environmental Management*, 243, 331-339.
- Taubenböck, H., Esch, T., Felber, A., Wiesner, M., Roth, A., Dech, S. (2012). Monitoring urbanization in mega cities from space. *Remote Sensing of Environment*, 117, 162-176.
- Vallecillo, S., La Notte, A., Zulian, G., Ferrini, S., Maes, J. (2019). Ecosystem services accounts: Valuing the actual flow of nature-based recreation from

ecosystems to people. *Ecological Modelling*, 392, 196-211.

Varol, Ö., Tatli, A. (2002). Phytosociological investigations of a *Pinus pinea* L. forest in the Eastern Mediterranean Region (K. Maraş-Turkey). *Plant Ecology*, 158(2), 223-228.

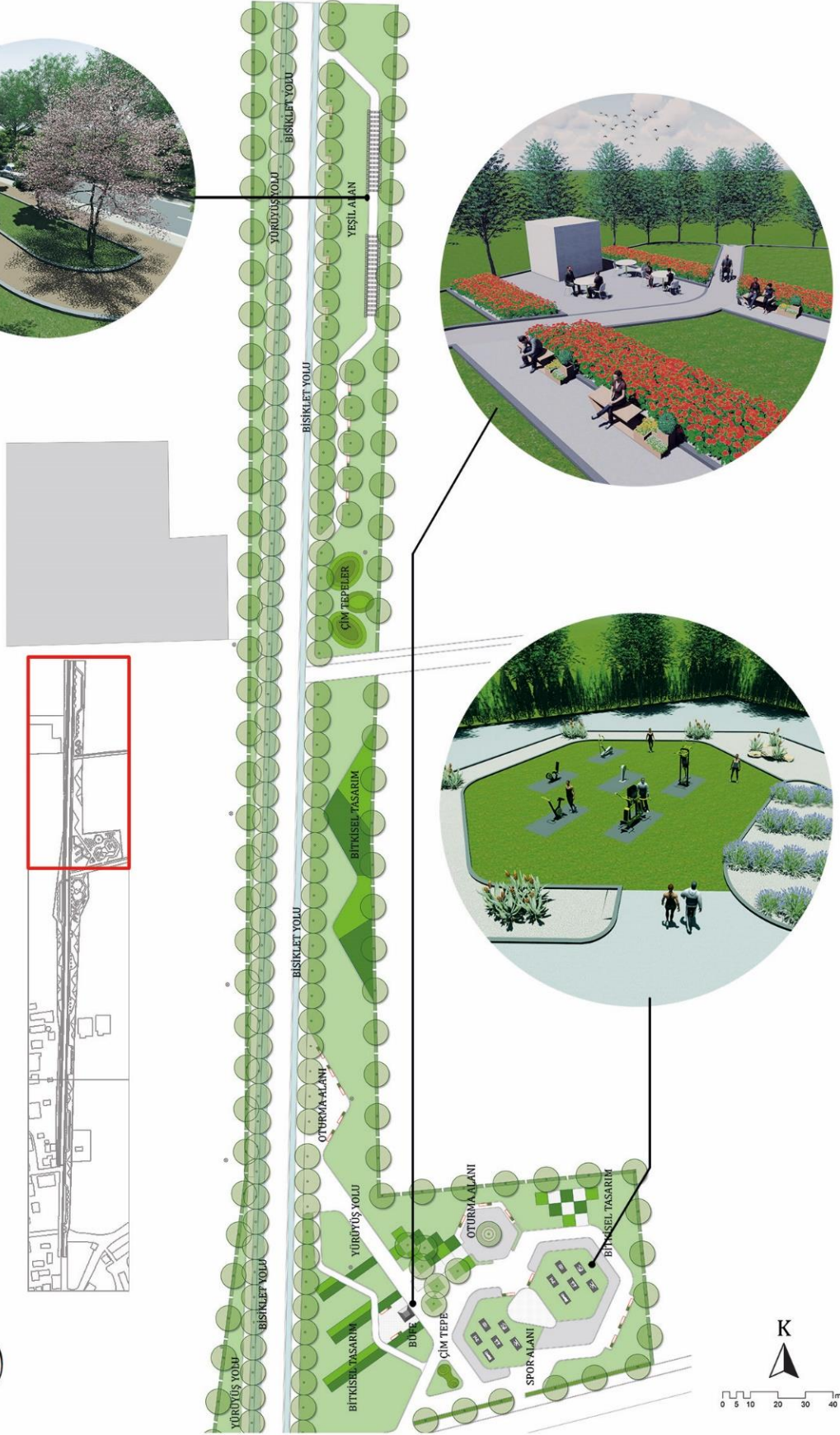
Wolff, M., Scheuer, S., Haase, D. (2020). Looking beyond boundaries: Revisiting the rural-urban interface of Green Space Accessibility in Europe. *Ecological Indicators*, 113, 106245.

Yenice, M. S. (2012). Kentsel yeşil alanlar için mekânsal yeterlilik ve erişebilirlik analizi; Burdur örneği, *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 13(1), 41-47.

Ek 1

# KOÇARLI - İNCİRLİOVA KARAYOLU PEYZAJ TASARIM PROJESİ

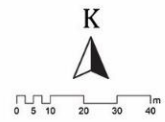
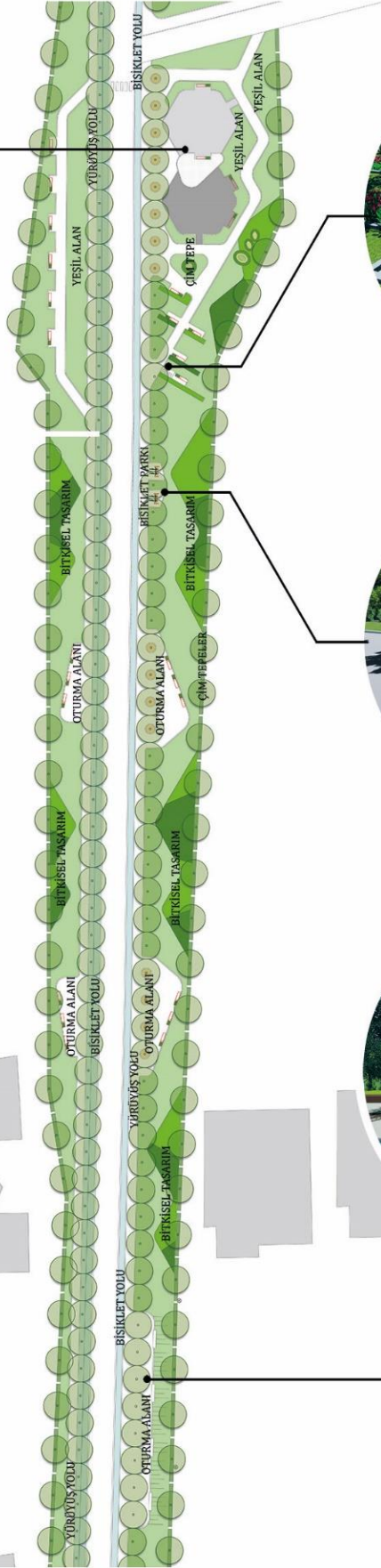
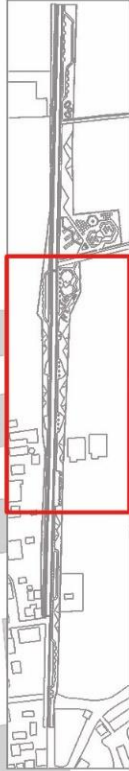
Bu planın Koçarlı Belediyesi ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü İşbirliği kapsamında diğer sermaye projeleri olarak üretilmiştir.  
Tasarım Ekibi: Prof. Dr. Çiğdem KILIÇSALAN, Doç. Dr. Bulent DENİZ, Dr. Öğr. Üyesi Uğur KİMİR, ANSOY, Arç. Gör. Dr. Derya GÜDÜÇİN  
ölçek: 1 / 1000





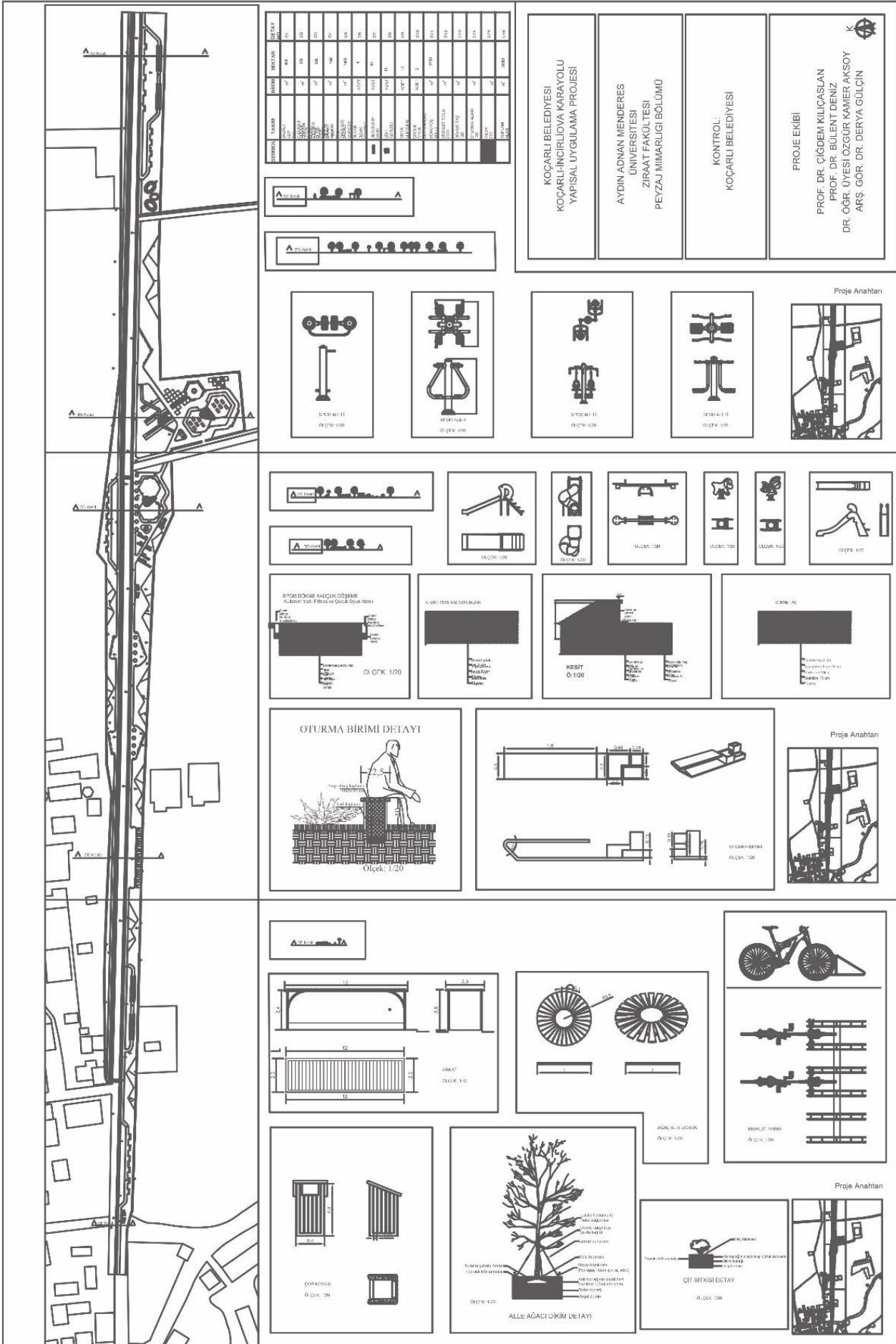
# KOÇARLI - İNCİRLİOVA KARAYOLU PEYZAJ TASARIM PROJESİ

Bu planın Koçarlı Belediyesi ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü işbirliği kapsamında diğer sermaye projeleri olarak üretilmiştir.  
Tasarım Ekibi: Prof. Dr. Çiğdem KILIÇASLAN, Doç. Dr. Bilal DENİZ, Dr. Öğr. Üyesi Üzüm KAMER ANSOZ, Arş. Gör. Dr. Derya GÜLÇİN  
ölçek: 1/1000





Ek 2



## Mamak İlçesinin (Ankara) Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinin Hesaplanması

Muhammed Hakan Çakmak<sup>1\*</sup> , Melda Can<sup>2</sup> 

**Özet:** Dünya nüfusunun yarısından fazlası kentsel alanlarda yaşamakta ve her geçen gün bu oran da kırsaldan kente göçün artması ile birlikte hızlı bir şekilde artmaya devam etmektedir. Kentsel alanlarda bulunan yeşil dokudan sağlanan ekosistem hizmetlerinin kentlerin sürdürülebilirliğindeki rolü oldukça büyüktür. Bu çalışmada, Ankara ili Mamak ilçesi sınırları içerisinde bulunan ağaçların taç örtüsünden sağlanan hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla hava kirliliğine neden olan atmosferik gazlar ve parçacık maddeler ile atmosferik karbonun yakalanması ve depolanmasına yönelik analizlerin yapılmasına imkân tanıyan; basit, kullanışlı ve hızlı sonuç veren bir model olan I-tree canopy kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan analiz sonuçları, %7,11'i taç örtüsüyle kaplı olan ilçede ağaçların yıllık 27370 ton CO<sub>2</sub> tuttuğunu ve yaşam süreleri boyunca 687460 ton CO<sub>2</sub> depoladığını göstermiştir. Ayrıca, yine taç örtüsüne bir yılda atmosferden 2,47 ton karbon monoksit (CO), 13,45 ton nitrojen dioksit (NO<sub>2</sub>), 133,91 ton ozon (O<sub>3</sub>), 8,47 ton kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), 6,51 ton PM<sub>2,5</sub> ve 44,85 ton PM<sub>10</sub> parçacık madde uzaklaştırıldığı hesaplanmıştır. Özetle ilçede, bir yılda toplam 27579,66 ton zararlı kirleticilerin atmosferden uzaklaştırıldığı (yaklaşık ekonomik karşılığı 1482800\$) ve ağaçların yaşam süreleri boyunca 687460 ton CO<sub>2</sub> depoladığı (yaklaşık ekonomik karşılığı 35246007\$) ortaya konulmuştur. Sonuç olarak bu çalışma, Mamak ilçesi yeşil alan verilerini kullanarak taç örtüsü sayesinde sağlanan ekosistem hizmetlerini belirlemiş ve kentsel alanlardaki ekosistem hizmetleri çalışmalarının hem ekolojik hem de ekonomik bağlamda önemini vurgulamıştır.

**Anahtar kelimeler:** Ankara, düzenleyici ekosistem hizmetleri, hava kalitesi, I-tree canopy, kentsel ekosistem hizmetleri, Mamak

## Assessing Regulating Ecosystem Services for Improving the Air Quality of Mamak District (Ankara)

**Abstract:** More than half of the world's population lives in urban areas and there is a rapid increase on the count of that because of migration from rural to urban areas. The role of ecosystem services provided from green tissue in urban areas has a great role in the sustainable development of urban ecosystems. This study aims to determine the regulating ecosystem services that improve the air quality provided from tree canopy cover within the boundaries of Mamak district of Ankara. For this purpose, a model which is simple, useful and fast-paced called as "I-tree canopy" run to analyze the removal of the atmospheric air pollutants and particulate matters, carbon sequestrated and stored by canopy cover. The results showed that the trees (canopy cover 7,11% of the district) sequester 27370 tons of CO<sub>2</sub> annually and store 687460 tons of CO<sub>2</sub> during their lifetime. The model results also show that the trees remove 2,47 tons of carbon monoxide (CO), 13,45 tons of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), 133,91 tons of ozone (O<sub>3</sub>), 8,47 tons of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), 6,51 tons of PM<sub>2,5</sub> and 44,85 tons of PM<sub>10</sub> particulate matter per year. In summary, it was revealed that these trees remove a total of 27579,66 tons of hazardous air pollutants from the atmosphere in a year (approximately \$1482800 in economic terms) and store 687460 tons of CO<sub>2</sub> during their lifetimes (about \$35246007 in economic terms) in the district. As a result, this study determined the ecosystem services provided through canopy cover using the green area data of Mamak district and emphasized the importance of ecosystem services studies in urban areas both in ecological and economic context.

**Keywords:** Air quality, Ankara, I-tree canopy, Mamak, regulating ecosystem services, urban ecosystem services

- <sup>1</sup>Address:** T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
- <sup>2</sup>Address:** Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Tasarım Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye
- \*Corresponding author:** muhammedhakan.cakmak@gmail.com
- Citation:** Çakmak, M.H., Can, M. (2020). Mamak İlçesinin (Ankara) Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinin Hesaplanması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 141-149.

## 1. GİRİŞ

1970'lerin sonları ile 1980'lerin başlarında ağırlıklı olarak doğa bilimciler tarafından, biyolojik çeşitlilik kaybının insan sağlığı için kritik hizmetleri temel alan ekosistem işlevlerini nasıl doğrudan etkilediğini göstermek ve böylece doğa koruma konusundaki eylemi tetiklemek için ortaya atılmış olan ekosistem hizmetleri kavramı, yeryüzündeki ekosistemlerin insanlara ve diğer canlılara sağladığı ürün, hizmet ve faydaların tamamı olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2016). Ekosistemlerin doğrudan ya da dolaylı olarak sağladığı bu hizmetler; tedarik hizmetleri, düzenleyici hizmetler, kültürel hizmetler ve destekleyici hizmetler olmak üzere dört grup altında sınıflandırılmaktadır (MEA, 2005).

Yeşil dokunun en önemli öğelerinden biri olan ağaçlar; gölge oluşturma, havayı serinletme, karbon tutma, kirleticileri tutarak havayı temizleme, yaprak-dal-meyve vb. organik materyaller ile toprağı zenginleştirme, kökleri ile toprağı havalandırma, yaban hayatı için barınma ve besin ortamı sağlama, yağış sularının yüzeysel akışa geçmesini önleme, besin ve su vb. döngülere katkı sağlama, erozyonu, gürültü kirliliğini ve enerji tüketimini azaltma, estetik değer katma, insanlara mekan ve topluluk duygusu aşılama ve arazilerin emlak değerini arttırma gibi ekosistem hizmetleri olarak tanımlanan pek çok işleve sahiptir. Bu hizmetler ağaçların türlerine, yaşlarına ve buldukları ortamın özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Forman, 2014).

Kent ekolojisi ve ekosistem hizmetleri bağlamında büyük öneme sahip olan kentsel yeşil alanlar, günümüz kentlerinde düzensiz dağılmış, küçük parsellere ayrılmış ve yalıtılmış şekildedir (Bolund ve Hunhammar, 1999; Forman, 2008; Steiner, 2011; Hepcan, 2013; Derksen vd., 2015).

Günümüzde pek çok kentin ortak problemi haline gelmiş olan hava kirliliği, birçok çevre ve sağlık sorununa yol açmaktadır (Coşkun Hepcan, 2019). Hava kirliliğine neden olan kirleticiler atmosferde, gaz (C-karbon, NO<sub>2</sub>-azotdioksit, O<sub>3</sub>-ozon, SO<sub>2</sub>-sülfürdioksit) veya parçacık (PM-parçacık madde) şeklinde bulunur (Scott vd., 2016). Bu kirleticiler yalnızca insan sağlığına değil tüm canlılara olumsuz etkilerde bulunmakta ve ekolojik sistemin işleyişine zarar vermektedir (Curtis vd., 2006). CO<sub>2</sub>, atmosferde sera etkisi oluşturarak hava sıcaklığının artmasına önemli derecede etki etmekte, hava sıcaklığının artması da uzun vadede iklim değişikliğine ve özellikle yabancı otların hem morfolojik olarak hem de sayısal olarak artmasına, bitkileri ve tarımı olumsuz etkilemesine sebep olmaktadır (Forman, 2008; Tursun vd., 2018). Yine benzer şekilde sera gazlarından olan O<sub>3</sub>'ün atmosferdeki

derişiminin artması, insanlarda solunum sistemi ve kalp rahatsızlıklarının oluşmasına, bitkilerde solunum gözeneklerinin kapanması ile fotosentez mekanizmasını bozarak daha az karbondioksit emilimine ve büyüme hızının yavaşlamasına neden olmaktadır (Forman, 2008; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014). CO gazı, omurgalı canlılarda kanda taşınan oksijen seviyesini azaltan bir etkiye sahiptir (Güvendik ve Yılmaz, 2003; Forman, 2014). Fosil yakıtların yanması ve yanardağ faaliyetleri sonucu ortaya çıkan SO<sub>2</sub>, atmosferde asitleşmeye neden olarak asit yağmurlarının oluşmasına, bitkilerde yaprak dokularına zarar vererek ölümlere ve tıpkı O<sub>3</sub> gibi insanlarda solunum sistemi rahatsızlıklarına yol açmaktadır. (Agren, 1991, Moran ve Mogan, 1994; Toros, 2000). NO<sub>2</sub>, tıpkı SO<sub>2</sub> gibi asit yağmurlarına yol açabilen bir gazdır (Cindoruk, 2018). Havada asılı halde bulunan katı, sıvı veya katı çekirdeğin etrafında sıvıyla çevrili olan parçacıkların bir karışımı olan parçacık maddelerin (PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub>) insanlarda solunum sistemi ve kalp hastalıkları ile kansere yol açtığı bilinmektedir (Yatkın ve Bayram, 2007; Kardeşoğlu vd., 2011). Ayrıca parçacık maddelerin, bitkilere bitki gelişimini engelleyici, özellikle hava kalitesi indikatörü olan likenler ve yosunlara da öldürücü etkisi bulunmaktadır (Forman, 2014).

Kentsel alanlardan sağlanan ekosistem hizmetlerinin hesaplanmasına yönelik bilimsel çalışmalar özellikle son yıllarda hız kazanmaya başlamıştır (Brack, 2002; Nowak, 2000). Oakville (McNeil ve Vava 2006), Barselona (Chaparro ve Terradas, 2009), Torbay (Rogers vd., 2011), Edinburg (Hutchings vd., 2012), Chicago (Nowak vd., 2013), Oregon State Üniversitesi kampüsü (Phillips vd., 2013), Springfield (Massachusetts) (Bloniarz vd., 2014), Avustralya (Jacobs vd., 2014), Pensilvanya Üniversitesi kampüsü (Bassett, 2015), Roanoke (Virginia) (Kim vd., 2015), Atlantic Beach (Florida) (Marcus, 2015), Londra (Rogers vd., 2015), Mountshannon (Carey ve Tobin, 2016), Ridge Park (Unley) (Seed Consulting Services, 2016), Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesi (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017) ve Isparta (Tuğluer ve Gül, 2018) bölgelerinde yapılan çalışmalar bu kapsamda değerlendirilebilir.

Ahern vd., (2014), ekosistem hizmetlerinin kantitatif matematiksel yöntemler kullanılarak hesaplanmasının önemini vurgulamaktadır. Bu araştırma kapsamında kullanılmış olan I-tree canopy modeli, ağaç taç örtüsünü baz alarak hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem hizmetlerinin hesaplanmasında kullanılan, basit, kullanışlı ve hızlı sonuç veren bir araçtır. Modelden elde edilen sonuçlar, kapalılık oluşturan ağaç ve boylu çalıların ekosisteme sağladığı faydalara ilişkin net veriler sağlamaktadır (Anonim, 2011).

Mamak, Ankara ilinin, şehirleşmenin hareketli, özellikle de gecekondular bölgelerinde çarpık bir biçimde gerçekleştiği ve sürekli olarak devam ettiği, bunun sonucu olarak da çokça tahribata uğramış eski yerleşim yerleri ve parçalanmış doğal alanların bulunduğu ilçelerinden biridir (Çakmak, 2016). Bu çalışmada, Mamak ilçesi özelinde, şehirleşmenin doğa ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerine rağmen ilçe sınırları içerisinde mevcut bulunan ağaç taç örtüsünden sağlanan, hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Çalışma alanı

Mamak ilçesi, Ankara ilinin doğu koridorunda yer almaktadır (32°55'23" D, 39°56'31" K). İlçenin doğusunda Elmadağ, kuzey – kuzeybatısında Altındağ ve güney – güneybatısında Çankaya ilçeleri bulunmaktadır. İlçenin yüzölçümü 342 km<sup>2</sup>'dir. Çalışma alanı; yarı kurak, az nemli Akdeniz ikliminin etkisindedir (Çakmak ve Aytaç, 2018). Alanda anakaya olarak Emir, Elmadağ, Ortaköy, Keçikaya, Gölbaşı formasyonları hakimdir (Akyürek vd., 1997; Çelik vd., 2007).

İlçedeki toplam yeşil alan miktarı (aktif-pasif) 5,78 km<sup>2</sup> iken kişi başına düşen yeşil alan miktarı ise 8,89 m<sup>2</sup>'dir (Mamak Belediyesi, 2018). İlçedeki yeşil alanlar; (1) çayırlar, koruluklar ve ormanlar, (2) mezarlıklar, (3) refüj ve meydanlar, (4) parklar, bahçeler ve çocuk oyun alanları, (5) kamu kurumlarına ait yerleşkeler olmak üzere fonksiyonlarına göre beşe ayrılmaktadır. İlçe sınırları içerisinde I-tree canopy modeliyle ekosistem hizmetleri hesabına konu 104 fanerofit takson (ağaç ve boylu çalı) bulunmaktadır (Çakmak ve Aytaç, 2018).

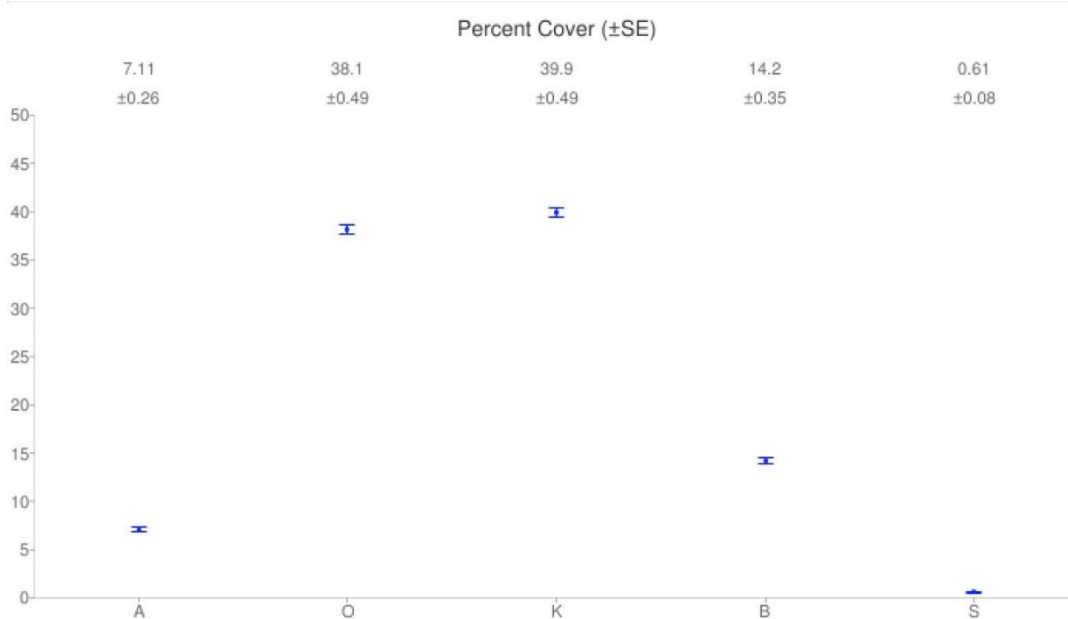
### 2.2. Yöntem

Mevcut araştırma kapsamında taç örtüsünün analiz edilmesinde, ağaç taç örtüsünün hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik sağladığı düzenleyici ekosistem hizmetlerinin hesaplanmasında kullanılan Birleşik Devletler Tarım Departmanı'na bağlı Orman Hizmetleri birimi (USDA-United States Department of Agriculture, U.S. Forest Service) tarafından geliştirilen I-tree canopy modeli kullanılmıştır.

Çalışma alanının sınırları Google Earth programı yardımıyla elde edilmiş ve ArcGIS Pro 10.5. programı yardımıyla "ESRI shapefile" formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra <https://canopy.itreetools.org/> adresindeki I-tree canopy V 6.1 modülü kullanılmıştır. Modül, çalışma alanı sınırları içerisinde 10000 adet rastgele nokta tanımlamış, 2019 tarihli Google Earth hava fotoğrafları yardımıyla tanımlanan her bir noktanın temsil ettiği arazi örtüsü, 1) ağaç ve boylu çalı (ağaç ve boylu çalı vejetasyonları), 2) yüzey örtücü bitki (otsu bitki vejetasyonu ile kaplı alanlar), 3) açık alan (üzerinde bitki örtüsü bulunmayan ya da çok az bulunan toprak yüzey), 4) geçirimsiz yapı (bina, yapılar, asfalt, beton, kilit parke taşı kaplı yol, sıkıştırılmış yol), 5) sucül yüzeyler (akarsu veya durgun su barındıran alanlar) olmak üzere beş sınıf altında manuel olarak gruplandırılmıştır. Noktalara denk gelen sınıflar tanımlandıktan sonra yine aynı modül üzerinden sonuçlar rapor olarak alınmıştır.

## 3. BULGULAR

342 km<sup>2</sup>'lik araştırma sahasında yapılan çalışma sonucunda belirlenen arazi örtüsü sınıfları (5 adet), bu sınıfları temsil eden her bir sınıf için örneklem nokta sayıları ve her bir sınıfın ilçede kapladıkları alan (%) ile standart hata oranları (%) aşağıda verilmektedir (Şekil 1 ve Tablo 1).



Şekil 1. I-tree canopy Mamak ilçesi arazi örtüsü analiz sonuçları

**Tablo 1.** I-tree canopy Mamak ilçesi arazi örtüsü analiz sonuçları

Sınıf	Sınıf Tanımı	Nokta Sayısı	Kapladığı oran (%) ve ±SH
A - Ağaç ve boylu çalı	Ağaç ve boylu çalı vejetasyonları	711	7,11 ±0,26
O - Yüzey örtücü bitki	Otsu bitki vejetasyonu ile kaplı alanlar	3815	38,1 ±0,49
K - Açık alan	Üzerinde bitki örtüsü bulunmayan ya da çok az bulunan toprak yüzey	3990	39,9 ±0,49
B - Geçirimsiz yapı	Bina, yapılar, asfalt, beton, kilit parke taşı kaplı yol, sıkıştırılmış yol	1423	14,2 ±0,35
S - Sucul yüzeyler	Akarsu veya durgun su barındıran alanlar	61	0,61 ±0,08

I-tree canopy aracı kullanılarak elde edilmiş olan ilçedeki taç örtüsünden sağlanan yararları ilişkin atmosferden uzaklaştırılan zararlı kirleticiler, her bir kirletici için ekosistem hizmetleri kapsamında hesaplanan ekonomik değer (\$ cinsinden) ile ekonomik değere ait standart hata

miktarı (\$ cinsinden) ve her bir kirletici için ekosistem hizmetleri kapsamında hesaplanan taç örtüsü tarafından tutulan miktar (ton) ile bu miktara ait standart hata miktarına (ton) ilişkin tahminler ve analiz sonuçları aşağıda verilmektedir (Tablo 2).

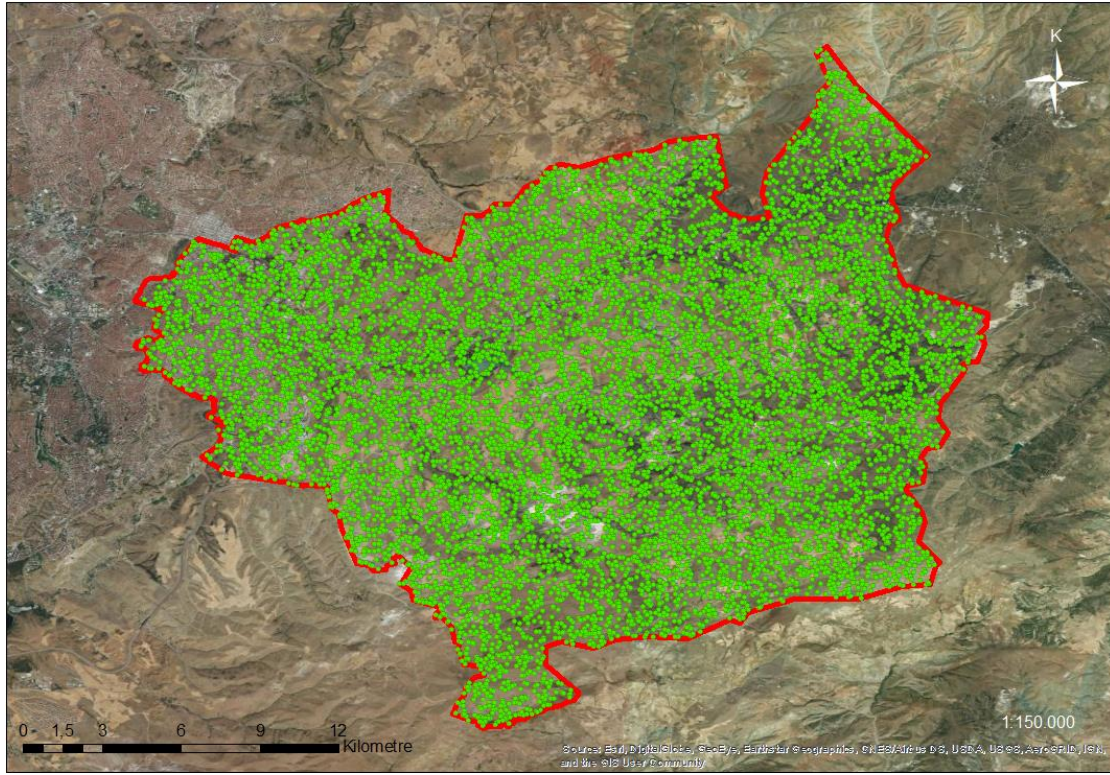
**Tablo 2.** Mamak ilçesi taç örtüsünden sağlanan yararları ilişkin I-tree canopy tahminleri ve analiz sonuçları

Atmosferden Uzaklaştırılan Kirleticiler	Değer (\$)	±SH (\$)	Miktar (ton)	±SH (ton)
CO - Karbon monoksit (yıllık)	\$231,25	±8,36	2,47	±0,09
NO <sub>2</sub> - Nitrojen dioksit (yıllık)	\$398,13	±14,39	13,45	±0,49
O <sub>3</sub> - Ozon (yıllık)	\$20733,82	±749,43	133,91	±4,84
PM <sub>2,5</sub> - Parçacık madde < 2,5µ (yıllık)	\$42860,60	±1549,20	6,51	±0,24
SO <sub>2</sub> - Kükürt dioksit (yıllık)	\$69,59	±2,52	8,47	±0,31
PM <sub>10</sub> - 2,5 µ <Parçacık madde<10 µ (yıllık)	\$15052,22	±544,06	44,85	±1,62
CO <sub>2seq</sub> - Odunsu bitkilerce tutulan karbon dioksit (yıllık)	\$1403454,45	±50728,03	27370	±990
CO <sub>2stor</sub> - Odunsu bitkilerce depolanan karbon dioksit	\$35246007,32	±1273971,19	687460	±24850

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yapılan çalışma neticesinde elde edilen sonuçlara bakıldığında; en büyük alanı %39,9 ile üzerinde bitki örtüsü hiç bulunmayan ya da seyrek olarak bulunan toprak yüzeyler kaplamaktayken, bunu sırasıyla %38,1 ile otsular, yüzey örtücüler ve kısa çalıların baskın olduğu alanlar, %14,2 ile özellikle insan etkisiyle oluşturulmuş geçirimsiz

yapılar, %7,11 ile ağaç ve boylu çalıların oluşturduğu alanlar ve son olarak da %0,61 ile akarsu veya durgun suların oluşturduğu sucul yüzeyler (sulak alanlar) takip etmektedir (Şekil 1 ve Tablo 1). Her bir arazi örtüsü sınıfındaki standart hata değeri %1'in çok altında çıkmıştır. Bunun sebebi, arazideki nokta dağılımlarının her bir sınıfa dengeli bir şekilde dağılmış olmasıdır (Tablo 1 ve Şekil 2).



**Şekil 2.** Örneklem noktalarının ilçedeki dağılımlarının gösterimi

Ağaç ve boylu çalılırların yüzdesel olarak düşük (%7,11) çıkmasının en temel sebebi, ilçe genelindeki ormanların alansal olarak dar alan kaplamasıdır. İlçede özellikle ormanlık alanların çoğu yakın zamanda ağaçlandırılmıştır. Dolayısıyla dikilen fidanlarda yeterli çap-boy gelişimi henüz gerçekleşmemiştir. Diğer taraftan; iklimin de çalışma alanındaki ormanların alansal olarak dar olmasının üzerine etkisi bulunmaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nin hakim vejetasyon tipi step (çoğunlukla antropojenik step ile doğal step) olmakla beraber, bu step toplulukları dağlık alanlarda yer yer bozuk orman ile kurak orman formasyonlarıyla kuşatılmış durumdadır (Vural vd., 2007). Öte yandan; plansız ve çarpık kentleşme de ilçedeki ağaçların az olmasının bir diğer sebebidir. Çalışmadaki bir diğer dikkat çekici sonuç, sucul yüzeylerin oranıdır. Çalışma alanındaki sucul yüzeylerin oranının (%0,61) bu denli düşük çıkması, ilçenin sulak alanlar yönünden fakir olmasından kaynaklanmaktadır (T. C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2015).

İlçedeki taç örtüsü tarafından bir yılda atmosferden uzaklaştırılan CO miktarı 2,47 ton olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Bu değer örneğin; 54,47 ha.'lık Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesi için 0,53 ton (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017), 11468 ha.'lık Edinburgh kenti için 1 ton (Hutchings vd., 2012) ve 6375 ha.'lık Torbay ilçesi (İngiltere) için ise 0,0005 ton (Rogers vd., 2011) olarak hesaplanmıştır. Bu değerler mevcut çalışmadaki değerle alansal olarak (birim hektar) oranlanmıştır. Mevcut çalışmada elde edilen değerler, Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesi'ndeki değere göre düşük, Torbay'da hesaplanan değere göre de yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Edinburgh'te hesaplanan değer ile bu çalışmada hesaplanan değer birbirine yakın çıkmıştır.

Çalışmada, Mamak ilçesindeki atmosferden uzaklaştırılan yıllık NO<sub>2</sub> miktarının 13,45 ton olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Bu değer; Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesi (54,47 ha) için 0,14 ton (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017), Barcelona kent ormanları (10121 ha) için 54,6 ton (Chaparro ve Terradas, 2009) ve Londra kent ormanları (159470 ha) için 698 ton (Rogers vd., 2015) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen değerler ile mevcut çalışmada hesaplanan atmosferden uzaklaştırılan NO<sub>2</sub> miktarı alansal (birim hektar) olarak oranlanarak kıyaslanırsa; diğer çalışmalardaki değerlerin, mevcut çalışmadaki değerden oldukça yüksek çıktığı göze çarpmaktadır. Bunun sebebi, bu çalışmalardaki alanların özellikle büyük oranda ormanlık/ağaçlık alanlar içermesi ve dolayısıyla birim alan başına düşen ağaç miktarının fazla olmasıdır.

Çalışma alanındaki taç örtüsünün atmosferden bir yılda uzaklaştırdığı O<sub>3</sub> miktarı 133,91 ton olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Bu değer; 11468 ha.'lık Edinburgh kenti için 45 ton (Hutchings vd., 2012), 8412,28 ha.'lık Springfield (Massachusetts) kenti için 186,8 ton (Bloniarz vd., 2014) ve 6375 ha.'lık Torbay ilçesi (İngiltere) için ise 22,9 ton (Rogers vd., 2011) olarak belirlenmiştir. Bu değerler eğer mevcut çalışma ile alansal (birim hektar) olarak oranlanırsa, Mamak için hesaplanan değer, Springfield'ta hesaplanan değere göre çok düşük, Edinburgh ve Torbay'da hesaplanan değerlere göre de birbirine yakın çıktığı görülmektedir.

Çalışmada, ilçedeki atmosferden uzaklaştırılan yıllık SO<sub>2</sub> miktarının 8,47 ton olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Bu değer; Oregon State Üniversitesi kampüsü için 0,4 ton (Phillips vd., 2013), Atlantic Beach (Florida) şehri için 0,66 ton (Marcus, 2015) ve Oakville (Kanada) kent ormanları için 11,9 tondur (McNeil ve Vava 2006). Mevcut çalışmada



hesaplanan değer, bu çalışmalardan Oakville’de hesaplanan değerden düşük, Oregon ve Atlantic Beach’te hesaplanan değerden ise yüksek çıkmıştır.

İlçedeki taç örtüsü tarafından bir yılda atmosferden uzaklaştırılan PM<sub>2,5</sub> (2,5 µ’den küçük parçacık madde) miktarı 6,51 ton olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Bu değer; Pensilvanya Üniversitesi kampüsü (64,75 ha) için 0,05 ton (Bassett, 2015), Unley (Avustralya) kentinde bulunan Ridge Park (5 ha) için 2,43 ton (Seed Consulting Services, 2016) ve Atlantic Beach (Florida) şehri (3360 ha) için 1,18 ton (Marcus, 2015) olarak belirlenmiştir. Bu değerler eğer mevcut çalışmayla alansal (birim hektar) olarak oranlanırsa Mamak ilçesinde hesaplanan değer, diğer çalışmalarda hesaplanan değerlerden düşük çıktığı görülmektedir. Bunun sebebi, diğer çalışmalarda çalışma alanlarının park, üniversite kampüsü vb. özellikte olması dolayısıyla birim alan başına düşen ağaç taç örtüsü miktarının daha yüksek olmasıdır.

Bir diğer önemli parçacık madde değeri olan PM<sub>10</sub> (2,5-10 µ büyüklüğündeki parçacık madde), mevcut araştırma alanında yıllık 44,85 ton olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Bu değer; 159470 ha.’lık Londra kent ormanları için 299 ton (Rogers vd., 2015), 8412,28 ha.’lık Springfield (Massachusetts) kenti için 62,57 ton (Bloniarz vd., 2014) ve 10121 ha.’lık Barselona kent ormanları için ise 54,6 ton (Chaparro ve Terradas, 2009) olarak belirlenmiştir. Yukarıda verilen değerlere bakıldığında, mevcut çalışmada hesaplanan değer, diğer çalışmalarda değerlere kıyasla daha düşük çıkmıştır. Bunun sebebi, diğer çalışmalarda çalışma alanlarının kent ormanı olması ve/veya kent içerisindeki ağaç taç örtüsünün daha yoğun olmasıdır.

İlçedeki taç örtüsüne tutulan yıllık CO<sub>2</sub> miktarı 27370 ton olarak hesaplanmışken, odunsu taksonların yaşamları boyunca depoladığı toplam CO<sub>2</sub> miktarı ise 687460 tondur (Tablo 2). Bu iki değer; Mountshannon (İrlanda) kenti için yıllık tutulan CO<sub>2</sub> miktarı 4 ton ve depolanan toplam CO<sub>2</sub> miktarı 116 ton (Carey ve Tobin, 2016), Chicago kenti için yıllık tutulan CO<sub>2</sub> miktarı 677000 ton ve depolanan toplam CO<sub>2</sub> miktarı 16900000 ton (Nowak vd., 2013), Roanoke (Virginia) kenti için yıllık tutulan CO<sub>2</sub> miktarı 2090 ton ve depolanan toplam CO<sub>2</sub> miktarı 97500 (Kim vd., 2015), Isparta kenti için yıllık tutulan CO<sub>2</sub> miktarı 21,839 ton ve depolanan toplam CO<sub>2</sub> miktarı ise 197,566 ton (Tuğluer ve Gül, 2018) olarak belirlenmiştir.

İlçe sınırları dahilinde ağaç taç örtüsünden sağlanan, yukarıda verilen hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem hizmetlerinin yıllık ekonomik değeri yaklaşık 1482800\$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Bu değer, Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesi için 112481\$ (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017), Atlantic Beach (Florida) şehri için 139991,24\$ (Marcus, 2015) ve Chicago kenti için 13700000\$ (Nowak vd., 2013) olduğu belirlenmiştir. Yukarıda verilen değerler, ağaçların ve taç örtüsünün her bir çalışma alanı özelinde yalnızca hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik olarak bile ne kadar büyük ekonomik katkı sağladığını göstermektedir.

Çalışma kapsamında kullanılan I-tree canopy modelinde hesaplanan değerlerin doğruya yakınlığı anlamındaki

hassasiyet, analizde atılan nokta sayısının fazla olmasıyla doğru orantılı olarak artmaktadır (Anonim, 2011; Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017). Mevcut çalışmada, 34200 ha büyüklüğündeki Mamak ilçesinde 10000 adet nokta tanımlanmıştır (Tablo 1 ve Şekil 2). Bu sayı, tüm Avustralya (6218500 ha) için yapılan bir çalışmada 139000 nokta (Jacobs vd., 2014), Springfield (Massachusetts) kenti (8412,28 ha) için yapılan bir çalışmada 500 nokta (Bloniarz vd., 2014), Atlantic Beach (Florida) şehri (3360 ha) için yapılan bir çalışmada 1000 nokta (Marcus, 2015) ve Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesi (54,47 ha) için yapılan bir çalışmada ise 3000 nokta (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017) olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışma ile aynı modelin kullanıldığı bu çalışmalar kıyaslandığında birim alana atılan nokta sayısının, kabul edilebilir seviyede olduğu görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında kullanılmış olan I-tree canopy modeli, düzenleyici ekosistem hizmetleri ile bu hizmetlerin ekonomik değerlerinin hesaplanmasında kullanılan, basit, kullanışlı ve hızlı sonuç veren bir araçtır. Modelden elde edilen sonuçlar, kapalılık oluşturan ağaç ve boylu çalılıkların ekosisteme sağladığı faydalara ilişkin net veriler sağlamaktadır (Anonim, 2011). Her ne kadar bu model çoğunlukla Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde kullanılsa da Avustralya, Kanada, İngiltere ve İsviçre gibi diğer ülkelerde de uygulanmaktadır. Modelin diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde kullanımı, araştırmaya konu olan ve modelde referans alınan kentlerin iklim, hava kirliliği ve vejetasyon (tür) verilerinin karşılaştırılabilir olduğu durumda uygundur (Coşkun Hepcan ve Hepcan, 2017). Çünkü modelde altlık olarak kullanılan iklim, hava kirliliği, bitki örtüsü vb. veriler, ABD’ye göre hesaplanmış ve istatistiki olarak standart hale getirilmiştir. Bu çalışma kapsamında hesaplanmış değerler, yaklaşık değerler olup bu alanda fikir vermesi açısından değerlendirildiğinde oldukça önemlidir. Ülkemizde başta I-tree Eco olmak üzere I-tree canopy vb. diğer modellerin daha yüksek doğruluk ve hassasiyette kullanımı için, daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalı ve ülkemiz standartlarında katsayılar elde edilmelidir. Aksi halde ABD katsayıları kullanılabilir ama bu durumda da sonuçlar gerçek değerleri tam olarak yansıtamayacaktır (Tuğluer ve Gül, 2018).

Mevcut çalışma kapsamında yalnızca hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem hizmetleri hesaplanmış, bunun da ekonomiye ve doğaya olan katkısı ortaya konulmuştur. Farklı yaklaşım ve metodlarla ilçe genelindeki diğer ekosistem hizmetlerinin (düzenleyici hizmetler, tedarik hizmetleri, destekleyici hizmetler ve kültürel hizmetler) hesaplanması ve haritalanması sonucu hesaplanan bu değerlerin artacağı aşikardır.

Ekosistem hizmetleriyle ilgili bilimsel çalışmaların büyük bölümünün bugüne kadar doğal ve kırsal alanlarda yapıldığı görülmektedir. Özellikle dünyadaki insan nüfusunun büyük bölümüne habitat olan kentsel alanları konu alan ekosistem hizmetlerine yönelik çalışmalar ise oldukça sınırlı kalmıştır (Gomez-Baggethun ve Barton, 2013; Derksen vd., 2015). Ülkemizde yapılan ekosistem hizmetlerinin hesaplanmasına yönelik çalışmalara bakıldığında bu çalışmaların; Düzlerçamı Ormanları (Balkız, 2016), İstanbul Ömerli Havzası (Albayrak, 2012) ve Sultan Sazlığı

Milli Parkı (Bilgin ve Doğan, 2012) gibi yine ağırlıklı olarak doğal alanlarda yapılmış olduğu görülmektedir. Mamak ilçesinin tamamında yürütülmüş bu çalışma, kentsel alanların ekosistem hizmetlerinin hesaplanması açısından önemli çalışmalardan biridir.

Bu çalışma kapsamında hesaplanan değerler; ağaçların, ormanların, korulukların, yeşil alanların vb. hem ekolojik hem de ekonomik açıdan ne kadar önemli olduğunu göstermesi anlamında büyük önem taşımaktadır. Dahası, bu alanların neden korunması gerektiğini de karşılaştırılabilir ve rakamsal verilerle açık bir biçimde göstermektedir. Bu sebeple, ekosistem hizmetlerinin hesaplanması çalışmalarının sayısının özellikle kentsel alanlarda artırılması, bu değerlerin, şehirlerin plan kararlarına yol gösterecek altlıklar olarak kullanılabilirliği anlamında yerinde bir eylem olacaktır.

Ormanlar, yeryüzündeki en önemli karbon yutak alanlarıdır. Ormanın temel öğelerinden olan ağaçların biyokütlesi içerisinde en büyük bölümü gövde odunu oluşturmaktadır. Bu nedenle, ağaçlarda depolanan toplam karbon miktarının en büyük kısmı, gövde odununda yer almaktadır (Mısır vd., 2011). Yani ağaç ne kadar yaşlı ve büyük olursa biyokütlesi de artacağından, daha çok karbon tutar ve atmosferden daha fazla kirletici uzaklaştırır. Benzer biçimde Brack (2002), geniş taç örtüsüne sahip büyük ağaçlardan sağlanan CO<sub>2</sub> tutma ve depolama, atmosferdeki kirleticileri toplama, yağış suyunun yüzeysel akışa geçmesini yavaşlatma gibi ekosistem hizmetlerinin, geniş taç örtüsüne sahip olmayan ağaçlara göre daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bu kapsamda, ormanların yalnızca odun hammaddeleri olarak görülmeğe, onların aynı zamanda diğer fonksiyonlarını (ağaçlardan sağlanan ekosistem hizmetleri) da göz önünde bulundurarak idare sürelerinin uzatılması ve bu sayede de daha büyük ve yaşlı ağaçlardan oluşan ormanların oluşturulması, hem ekolojik hem de ekonomik anlamda yerinde bir eylem olacaktır.

Mamak ilçesindeki ağaç taç örtüsünden sağlanan hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem hizmetlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışma, ilçedeki ağaçların bir yılda toplam 27579,66 ton zararlı kirleticilerin atmosferden uzaklaştırılması (yaklaşık ekonomik karşılığı 1482800\$) ve idare süreleri boyunca 687460 ton CO<sub>2</sub> depolanması (yaklaşık ekonomik karşılığı 35246007\$) ile ilçeye önemli ekolojik ve ekonomik katkılar sağladığını göstermiştir. İlerleyen dönemlerde de ilçedeki yeşil alan sistemlerinin korunmasının ve alansal olarak artırılmasının devam ettirilmesinin, yukarıda bahsedilen katkıları artıracığı aşıkardır. Sonuç olarak ekosistem hizmetleri çalışmalarının, ülkemizde diğer şehirlerde de yapılmasının yaygınlaştırılması ve elde edilen bulguların tüm yönetim planlarına entegre edilmesi gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, istatistikî ve ekolojik yorumların yapılmasında faydalanılan TÜBİTAK 2237-A Bilimsel Eğitim Etkinliklerini Destekleme Programı 1129B371900914 no'lu Analitik Doğa – Kümeleme ve Ordinasyon Teknikleri eğitimine ve makalenin bilimsel kalitesini artırıcı, yapıcı yorumları için hakemlere teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- Agren, C. (1991). EMEP report, MCS-W 1/91 Norway.
- Ahern, J., Cilliers, S., Niemela, J. (2014). The concept of ecosystem services in adaptive urban planning and design: a framework for supporting innovation, *Landscape and Urban Planning*, 125, 254–259. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.020>
- Akyürek, B., Duru, M., Sütçü, Y.F., Papak, İ., Şaroğlu, F., Pehlivan, N., Gönenç, O., Granit, S., Yaşar, T. (1997). Scale 1/100,000 geological maps of Turkey. MTA Report, No. 55.
- Albayrak, İ. (2012). Ekosistem servislerine dayalı havza yönetim modelinin İstanbul-Ömerli havzası örneğinde uygulanabilirliği. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anonim, (2011). i-Tree Canopy Technical Notes. [https://canopy.itreetools.org/resources/iTree\\_Canopy\\_Methodology.pdf](https://canopy.itreetools.org/resources/iTree_Canopy_Methodology.pdf) (Erişim Tarihi: 08.02.2020).
- Anonim, (2016). 100 Maddede Sürdürülebilirlik Rehberi. SKD Türkiye, İstanbul.
- Balkız, Ö. (2016). Assessment of the socio-economic values of goods and services provided by Mediterranean forest ecosystems – Düzlerçamı Forest, Turkey. Orman Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma Merkezi and Plan Bleu, Valbonne.
- Bassett, C.G. (2015). The Environmental Benefits of Trees on an Urban University Campus. Master of Environmental Studies, University of Pennsylvania Environmental Biology, Pennsylvania.
- Bilgin, A., Doğan, M. (2012). Doğa Korumanın Ekonomik Sisteme Entegrasyonu Taslak Kılavuzu 2 Biyokiyemlendirme Teknik Uygulayıcıları: Sultan Sazlığı Milli Parkı Pilot Uygulaması. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- Bloniarz, D., Beals, T., Savoie, D. (2014). i-Tree Canopy Assessment of Springfield, Massachusetts. [https://www.itreetools.org/resources/reports/iTree\\_Canopy\\_Spfld\\_Citywide\\_Aug2014.pdf](https://www.itreetools.org/resources/reports/iTree_Canopy_Spfld_Citywide_Aug2014.pdf) (Erişim Tarihi: 08.01.2020).
- Bolund, P., Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, 293–301.
- Brack, C.L. (2002). Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. *Environmental Pollution*, 116, 195–200.
- Carey, B., Tobin, B. (2016). Ecosystem services provided by mountshannon village trees. <https://static.rasset.ie/documents/radio1/mountshan-non-ecosystem-services-provided-by-mountshannon-village-june-2016.pdf> (Erişim Tarihi: 11.01.2020).
- Chaparro, L., Terradas, J. (2009). Ecological services of urban forest in Barcelona. *Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals*, Universitat

Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain.

DOI:10.1007/s11252-012-0271-2.

- Cindoruk, S.S. (2018). Havadaki NO ve NO<sub>2</sub> Parametrelerinin Marmara Temiz Hava Merkezi Ölçümleri Kapsamında İncelenmesi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(2), 600-611.
- Coşkun Hepcan, Ç. (2019). İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 12: Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele için Yeşil Altyapı Çözümleri. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Coşkun Hepcan, Ç., Hepcan, Ş. (2017). Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesinin Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Servislerinin Hesaplanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(1), 113-120.
- Curtis, L., Rea, W., Smith-Willis, P., Fenyves, E., Pan, Y. (2006). Adverse health effects of outdoor in pollutants, Environmental International, 32: 815-830.
- Çakmak, M.H. (2016). Mamak (Ankara) İlçesinin Kentsel Ekolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çakmak, M.H., Aytaç, Z. (2018). Urban vascular flora and ecological characteristics of Mamak District (Ankara/Turkey). Biological Diversity and Conservation, 11(2), 123-131.
- Çelik, M., Taştekin, M., Kayabali, K. (2007). An investigation of the surface and groundwater leachate from an old waste disposal site at Mamak, Ankara, Turkey. International Journal of Environment and Pollution, 30(3-4), 548-560.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2014). Yer seviyesi ozon kirliliği bilgi notu. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Derkzen, M.L., Van Teeffelen, A.J.A., Verburg, P.H. (2015). Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. Journal of Applied Ecology, 52, 1020-1032.
- Forman, R.T.T. (2008). Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City. Cambridge University Press, New York. ISBN-13: 978-0521670760.
- Forman, R.T.T. (2014). Urban Ecology: Science of Cities. Cambridge University Press, New York. ISBN-13: 978-052118824.
- Gomez-Baggethun, E., Barton, D.N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. Ecological Economics, 86, 235-245.
- Güvendik, G., Yılmaz, A. (2003). Egzos kirliliğine maruz kalan kişilerde kan karboksihemoglobin düzeyi. Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 32: 213-219.
- Hepcan, Ş. (2013). Analyzing the pattern and connectivity of urban green spaces: a case study of Izmir, Turkey, Urban Ecosystems, 16, 279-293,
- Hutchings, T., Lawrence, V., Brunt, A. (2012). Estimating the ecosystem services value of Edinburgh's trees. The Research Agency of Forest Commission, [https://www.itreetools.org/resources/reports/Edinburgh\\_iTree\\_Report.pdf](https://www.itreetools.org/resources/reports/Edinburgh_iTree_Report.pdf) (Erişim Tarihi: 05.01.2020).
- Jacobs, B., Mikhailovich, N., Delaney, C. (2014). Benchmarking Australia's Urban Tree Canopy: An i-Tree Assessment. Final Report, Horticulture Australia Limited, the Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney.
- Kardeşoğlu, E., Yalçın, M., Işlak, Z. (2011). Hava kirliliği ve kardiyovasküler sistem. TAF Preventive Medicine Bulletin, 10: 97-106.
- Kim, G., Miller, P.A., Nowak, D.J. (2015). Assessing urban vacant land ecosystem services: Urban vacant land as green infrastructure in the City of Roanoke, Virginia. Urban Forestry & Urban Greening, 14, 519-526.
- Mamak Belediyesi, (2018). 2018 Yılı İdare Faaliyet Raporu. T. C. Mamak Belediye Başkanlığı, Ankara.
- Marcus, C. (2015). Tree canopy assessment city of Atlantic Beach Florida. Legacy Arborist Services Tallahassee, FL. [https://www.itreetools.org/resources/reports/Atlantic\\_Beach\\_FL\\_Canopy\\_Assessment\\_Report.pdf](https://www.itreetools.org/resources/reports/Atlantic_Beach_FL_Canopy_Assessment_Report.pdf) (Erişim Tarihi: 02.01.2020).
- McNeil, J., Vava, C. (2006). Oakville's urban forest: our solution to pollution. Town of Oakville Parks and Open Space Department Forestry Section. <https://www.itreetools.org/resources/reports/Oakville's%20Urban%20Forest.pdf> (Erişim Tarihi: 02.01.2020).
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), (2005). Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. MA. <http://www.millenniumassessment.org/en/Framework.html> (Erişim Tarihi: 05.02.2020).
- Mısır, N., Mısır, M., Ülker, C. (2011). Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu'nda sunuldu, Kahramanmaraş, 524- 531.
- Moran, J.M., Mogan, M.D. (1994). Meteorology: The Atmosphere and the Science of Weather. Macmillan Coll Div., UK.
- Nowak, D.J. (2000). The interactions between urban forests and global climate change. In: Abdollahi, K.K., Ning, Z.H., Appeaning, A. (eds) Global change and urban forest. GCRCC and Franklin Press, Baton Rouge, LA.
- Nowak, D.J., Hoehn, R.E., Bodine, A.R., Crane, D.E., Dwyer, J.F., Bonnewell, V., Watson, G. (2013). Urban trees and forests of the Chicago region. Resource Bulletin NRS-84. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station.

- Phillips, D., Burdick, C., Merja, B., Brown, N. (2013). Urban forest ecosystem services: a case study in Corvallis, Oregon. Presented at Ecological Society of America, Minneapolis, MN.
- Rogers, K., Jarratt, T., Hansford, D. (2011). Torbay's Urban Forest: Assessing Urban Forest Effects and Values - A report on the findings from the UK i-Tree Eco pilot project. Treeconomics, Exeter. ISBN 978-0-9571371-0-3.
- Rogers, K., Sacre, K., Goodenough, J., Doick, K. (2015). Valuing London's urban forest results of the London I-Tree eco Project. Hill & Garwood Printing Limited, Watford. ISBN 978-0-9571371-1-0.
- Scott, C.E., Bliss, T., Spracklen, D.V., Pringle, K.J., Dallimer, M., Butt, E.W., Forster, P.M. (2016). Exploring the Value of Urban Trees and Green Spaces in Leeds UK. [Gorse, C. And Dastbaz, M. (der.)] Proceedings of Int. SEEDS Conference 2016, Int. SEEDS Conference: Sustainable Ecological Engineering Design for Society, 14-15 September, Leeds Beclat University, UK.
- Seed Consulting Services, (2016). Tree ecosystem services assessment, Ridge Park. A report prepared for the City of Unley, South Australia. [https://www.itreetools.org/documents/342/RidgePark\\_Unley\\_AU\\_618\\_EcoReport\\_Final18May2016.pdf](https://www.itreetools.org/documents/342/RidgePark_Unley_AU_618_EcoReport_Final18May2016.pdf) (Erişim Tarihi: 02.01.2020).
- Steiner, F. (2011). Landscape ecological urbanism: origins and trajectories. *Landscape and Urban Planning*, 100, 333-337.
- T. C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, (2015). Ankara İli Arazi Varlığı. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Ankara, 3-53.
- Toros, H. (2000). İstanbul'da Asit Yağışları, Kaynakları ve Etkileri. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tuğluer, M., Gül, A. (2018). Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3), 293-307.
- Tursun, N., Üremiş, İ., Bozdoğan, O., Doğan, M.N. (2018). Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> Artışlarına Bazı Önemli Yabancı Otların Verdikleri Tepkilerin Araştırılması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 34(3), 1-10.
- Vural, M., Yaman, M., Şahin, B. (2007). Büyükhemit Deresi ve Civarının (Delice-Kırıkkale) Vegetasyonu. *Ekoloji*, 16(64): 53-62.
- Yatkın, S., Bayram, A. (2007). İzmir havasında partikül madde kirliliği: ölçüm ve değerlendirme, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2): 15-27.

## Honaz Dağı Milli Parkı Ichneumonidae (Insecta; Hymenoptera) Faunası

Akın Kırac<sup>1\*</sup> , Mehmet Faruk Gürbüz<sup>1</sup> 

**Özet:** Denizli Honaz Dağı Milli Parkı' nın Ichneumonidae (Hymenoptera) faunasını belirlemek amacı ile Mart 2010- Ağustos 2011 arasında yapılan bu araştırmada atrap ve malaise tuzağı ile altı istasyondan, 12 altfamilyaya ait 31 tür teşhis edilmiştir. Bu çalışmada tespit edilen 3 tür Türkiye faunası için yeni kayıttır. Bunlar *Diadegma insectator* (Schrank, 1781), *Diadegma aculeatum* (Bridgman, 1889) ve *Venturia atricolor* (Gyorfi, 1946)' dur.

**Anahtar kelimeler:** Honaz Dağı Milli Parkı, Ichneumonidae, Fauna, Yeni kayıt.

## Ichneumonidae (Insecta; Hymenoptera) Fauna of Honaz Mountain National Park

**Abstract:** In this study conducted between March 2010 and August 2011 to determine the Ichneumonidae (Hymenoptera) fauna of Denizli Honaz Mountain National Park, 31 species belonging to 12 subfamilies from six stations were identified with atrap and malaise trap. These three species identified in the study are new records for the fauna of Turkey. These are *Diadegma insectator* (Schrank, 1781), *Diadegma aculeatum* (Bridgman, 1889) and *Venturia atricolor* (Gyorfi, 1946) Tür isimleri italik olacak.

**Keywords:** Honaz Mountain National Park, Ichneumonidae, Fauna, New records.

<sup>1</sup>**Address:** Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 17020, Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup>**Address:** Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Fakültesi, 32000, Isparta, Türkiye

\***Corresponding author:** akinkirac@comu.edu.tr

**Citation:** Kırac, A., Gürbüz, M.F. (2020). Honaz Dağı Milli Parkı Ichneumonidae (Insecta; Hymenoptera) Faunası. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 150-159.

## 1. GİRİŞ

Ichneumodae familyası Hymenoptera takımı içerisinde yer almakta olup, dünya çapında 100.000'den fazla türe sahip olduğu tahmin edilmektedir (Gauld vd., 2002). Son yıllarda yapılan faunistik çalışmalarla birlikte Türkiye'de 1300'e yakın sayıda Ichneumonidae familyasına ait tür kaydı verilmiştir (Çoruh, 2019).

Ichneumonidae familyası dünya genelinde yaklaşık 6000 zararlı böcek türü üzerinde parazitoid olarak yaşam döngüsünü sürdürür (Yu, 1998). Bu nedenle tarım ve orman için yararlı böcekler olarak bilinirler. Aynı zamanda biyolojik mücadele kullanılabilecek bir gruptur.

Çalışmanın amacı önemli bir geçiş bölgesi olan ve ülkemiz biyolojik çeşitliliği açısından önemli bir değere sahip olan Honaz Dağı Milli Parkı'nda Ichneumonidae familyasına ait türleri belirlemektir. Ayrıca türler hakkında biyocoğrafik bilgiler ve biyolojik mücadeleye temel oluşturacak bilgiler vermektir.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Arazi çalışmaları Mart 2010 – Ağustos 2011 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanı olarak seçilen Denizli Honaz Dağı Milli Parkı ve çevresi aylık yedişer günlük periyotlar ile çalışılmıştır. Honaz Dağı Milli Parkında 6 adet istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlar aşağıda verilmiştir.

- 1.İstasyon: Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45'K/29° 14'D), 550m-Kuzey
- 2.İstasyon: Cankurtaran (37° 39'K/29° 14'D), 1200m-Batı
- 3.İstasyon: Karaçay (37° 41'K/29° 24'D),1100m-Doğu
- 4.İstasyon: Kefe Yaylası (37° 37'K/29° 23'D), 1364m-Güney
- 5.İstasyon: Gökpınar (37° 43'K/29° 11'D) , 600m-Batı
- 6.İstasyon: Yassıhöyük (37° 30'K/29° 20'D),866m-Güney

Bu istasyonlarda örnekler ot, çalı ve ağaç vejetasyonundan atrapla süpürülerek emgi tüpü, ayrıca Malaise tuzakları ve pan traplar yardımıyla toplanmıştır. Malaise tuzaklarıyla ve Pan trap yakalanan örneklerin alınması ortalama 10 günlük periyotlarda olmuştur. Atrap ve emgi tüpü kullanılarak yakalanan örnekler etil asetat ile öldürüldükten sonra plastik kaplara konulmuş ve Malaise tuzaklarının yakaladığı örnekler ile birlikte laboratuara getirilmiştir. Laboratuara getirilen örneklerin yumuşatma işlemi izopropil alkol ile yapılmıştır. İzopropil alkol, Malaise tuzaklarında ve Pan traplarla yakalanan örneklerin alkolün etkisiyle sertleşen materyali yumuşatarak preparasyona yardımcı olmuştur. Yapılan bu preparasyon işlemi SMZ645 Nikon marka stereomikroskop altında yapılarak uygun böcek iğneleriyle (000, 00, 0, 1 ve 2 numara) iğnelenip etiketlenmiş ve standart müze materyali haline getirilmiştir. Materyal özelliklerini belirten habitat, yükseklik, araştırma tarihi ve toplayıcının adı yazılan lokalite etiketi hazırlanmıştır.

Örnekler Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde saklanmaktadır.

Etiketlenen örnekler daha sonra yine SMZ645 Nikon marka stereo mikroskop altında incelenmiş ve altsınıf, cins ve tür seviyelerine göre ayırt edilmiştir. Örneklerin teşhisinde Townes (1969), Bohart and Menke (1976), Kasparyan (1973; 1981; 1990), Fitton et al. (1988), Gupta (1990), Kolarov (1997 a,b)' dan yararlanılmıştır.

## 3. BULGULAR

Honaz Dağı Milli Parkı Ichneumonidae faunasına ait 12 altfamilyadan 31 türün; bilimsel ismi, orijinal ismi, örnekleme alanı, tarihi, yüksekliği, koordinatları, konakları, konak besinleri, bulunduğu sıcak noktaları, Türkiye dağılımı ve genel dağılımı ile birlikte listesi verilmiştir. Türkiye için yeni kayıtlar (\*) işareti ile gösterilmiştir ve taksonomik karakterleri verilmiştir.

### Anomaloninae

#### *Aphanistes ruficornis* (Gravenhorst, 1829)

*Anomalon ruficorne* Gravenhorst, 1829. Ich. Euro. Pars III. 1097 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45'K/29°

14'D), 550m, 05.VII.2010, 3♀♀.

**Konakları:** **Lepidoptera;** *Amphipyra pyramidea* (Linnaeus, 1758); *Bena prasinana* (Linnaeus, 1761); *Callimorpha dominula* (Linnaeus, 1758); *Calliteara pudibunda* (Linnaeus, 1758); *Cerura vinula* (Linnaeus, 1758); *Colocasia coryli* (Linnaeus,1758); *Ectropis crepuscularia* (Denis and Schiffermüller, 1775); *Endromis versicolora* (Linnaeus, 1758); *Eriogaster lanestris* (Linnaeus, 1758); *Euthrix potatoria* (Linnaeus, 1758); *Laothoe populi* (Linnaeus, 1758); *Lymantria monacha* (Linnaeus, 1758); *Mimas tiliae* (Linnaeus, 1758); *Ochrostigma velitaris* (Hufnagel, 1766); *Panolis flammea* (Denis and Schiffermüller, 1775); *Sphinx ligustri* (Linnaeus, 1758); *Sphinx pinastri* (Linnaeus, 1758) (Yu and Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası

**Türkiye Dağılımı:** Adana-Halep Çamlığı (Gürbüz vd., 2008)

**Genel Dağılımı:** Paleartik, Avrupa.

#### *Erigorgus fibulator* (Gravenhorst, 1829)

*Anomalon fibulator* Gravenhorst, 1829. Ich. Euro.Pars III.1097pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Gökpınar (37° 43'K/29° 11'D), (Lokaliteleri verirken tüm türler için derece yazımlarını bu şekilde düzelt) 600m,17.VI.2010, 1♀; Honaz Dağı, Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45'K/29° 14'D), 550m,17.VI.2010,1♂; 03.VIII.2010, 1♀.

**Konakları:** **Lepidoptera;** *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758); *Diloba caeruleocephala* (Linnaeus, 1758); *Malacosoma castrense* (Linnaeus, 1758); *Smerinthus ocellatus* (Linnaeus, 1758); *Zygaena filipendulae* (Linnaeus, 1758) (Yu and Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** *Beta vulgaris* Linnaeus, 1753 (Györfi, 1943).  
**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar.  
**Türkiye Dağılımı:** Adana-Halep Çamlığı (Gürbüz vd., 2008).  
**Genel Dağılımı:** Paleartik, Avrupa.

#### **Anomalon cruentatum (Geoffroy, 1785)**

*Ichneumon cruentatus*. Geoffroy, 1785. Entm. Paris. 544 pp.  
**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Gökpinar (37° 43' K/29° 11' D), 600m, 05.VII.2010, 1♀; 26.V.2010, 2♂♂.  
**Konakları:** **Lepidoptera;** *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766); *Cerura palestinensis* (Bartel); *Ptilodon capucina* (Linnaeus, 1758); **Coleoptera;** *Gonocephalum rusticum* (Olivier); (Yu and Horstmann, 1997).  
**Konak Besini:** Bilinmiyor  
**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.  
**Türkiye Dağılımı:** Isparta-Merkez, Kirazlıdere, Gönen (Gürbüz, 2004); Adıyaman- Merkez, Batman-Hasankeyf, Diyarbakır-Çermik, Merkez, Elazığ-Yemişlik, Malatya-Yeşilyurt, Doğanıyurt, Mardin-Savur (Akkaya, 2005); Adana-Halep Çamlığı (Gürbüz vd., 2008).  
**Genel Dağılımı:** Paleartik ve Orientalis Bölge.

#### **Ichneumoninae**

##### **Diadromus collaris (Gravenhorst, 1829)**

*Ischnus collaris* Gravenhorst, 1829. Ich. Euro. Pars I. Vratislaviae. 827 pp.  
**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Cankurtaran (37° 39' K/29° 14' D), 1200m, 21.VI.2010, 2♀♀; 02.VIII.2010, 2♀♀; Honaz Dağı, Yassihöyük (37° 30' K/29° 20' D), 866m, 24.V.2010, 1♀.  
**Konakları:** **Lepidoptera;** *Acrolepiopsis assectella* (Zeller, 1839); *Polychrosis botrana* (Denis and Schiffmüller, 1775); *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Yu and Horstmann 1997).  
**Konak Besini:** *Brassica napus* Linnaeus; *Brassica oleracea botrytis* (Linnaeus); *Brassica oleracea capitata* Linnaeus (Yu and Horstmann, 1997).  
**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.  
**Türkiye Dağılımı:** Erzurum (Özbek et al., 2003); Konya, Ankara, Yozgat, Kırşehir (Özdemir, 1996); İskenderun, Güzelyayla (Gürbüz vd., 2008).  
**Genel Dağılımı:** Paleartik, Avrupa, Etiyopya, Neartik, Orientalis, Neotropikal, Avustralya.

#### **Ctenopelmatinae**

##### **Lamachus eques (Hartig, 1838)**

*Tryphon eques* Hartig, 1838. Jahresber. Fortschr. Forstwiss. Forstl. Naturk. Berlin. 1:246-274.  
**İncelenen Materyal:** Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45' K/29° 14' D), 550m, 24.V.2010, 1♂.  
**Konakları:** **Hymenoptera;** *Diprion pini* (Linnaeus, 1758); *Gilpinia frutetorum* (Fabricius, 1793); *Gilpinia socia* (Klug, 1814); *Microdiprion pallipes* (Fallén, 1808); *Nematus pallipes* (Fallén, 1808); *Neodiprion sertifer* (Geoffroy, 1785) (Yu and Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** *Pinus sylvestris* Linnaeus, 1753 (Simandl, 1992); *Pinus nigra*, *Pinus brutia* (Avcı, 2007).  
**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.  
**Türkiye Dağılımı:** Türkiye (Aubert, 2000); Adana, Toprakkale (Gürbüz vd., 2008).  
**Genel Dağılımı:** Batı Paleartik, Avrupa

#### **Tryphoninae**

##### **Netelia (Netelia) fuscicornis (Holmgren, 1860)**

*Paniscus fuscicornis*, Holmgren, 1860. Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. 2(8):1-158.  
**İncelenen Materyal:** Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45' K/29° 14' D), 550m, 24.V.2010, 2♀♀.  
**Konakları:** *Acronicta megacephala* (Denis & Schiffmüller, 1775); *Acronicta psi* (Linnaeus, 1758); *Agrotis exclamationis* (Linnaeus, 1758); *Agrotis segetum* (Denis and Schiffmüller, 1775); *Anarta myrtilli* (Linnaeus, 1761); *Cerura vinula* (Linnaeus, 1758); *Cucullia asteris* (Denis and Schiffmüller, 1775); *Leucania obsoleta* (Hübner, 1803); *Lithostege farinata* (Hufnagel, 1767) (Yu and Horstmann, 1997).  
**Konak Besini:** *Populus virginiana* (Györfi, 1943).  
**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.  
**Türkiye Dağılımı:** Hatay (Kolarov, 1987); Nevşehir (Kolarov, 1994); Edirne, Elazığ, Kahramanmaraş, Kırklareli, Tekirdağ (Kolarov ve Beyarslan, 1994b); Balıkesir, Bursa (Kolarov et al., 1997a); Adana, Ankara, Bayburt, Erzurum (Kolarov et al., 1999); Ankara, Eskişehir, Kırşehir, Nevşehir (Özdemir, 2001); Erzurum (Çoruh et al., 2005); Isparta (Gürbüz, 2005); Afyon, İzmir, Manisa (Yurtcan vd., 2006); Osmaniye, Fenk (Gürbüz vd., 2008).  
**Genel Dağılım:** Batı Paleartik, Avrupa, Orientalis.

#### **Pimplinae**

##### **Pimpla spuria (Gravenhorst, 1829)**

*Pimpla spuria* Gravenhorst, 1829. Ichn. eur. 3:179.  
**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Yassihöyük (37° 30' K/29° 20' D), 866m, 11.X.2010, 1♀.  
**Konakları:** **Lepidoptera;** *Agonopterix heracliana* (Linnaeus, 1758); *Calliteara pudibunda* (Linnaeus, 1758); *Cydia funebrana* (Treitschke, 1835); *C. pomonella* (Linnaeus, 1758); *Cynaeda dentalis* (Denis and Schiffmüller, 1775); *Etiella zinckenella* (Treitschke, 1832); *Eupoecilia ambiguella* (Hübner, 1796); *Hyphantria cunea* (Drury, 1773); *Lobesia botrana* (Denis and Schiffmüller, 1775); *Loxostege sticticalis* (Linnaeus, 1761); *Naranga aenescens* (Moore 1881); *Pempelia genistella* (Duponchel, 1836); *Agonopterix propinquella* (Treitschke, 1835); *Canephora hirsute* (Poda, 1761); *Depressaria pastinacella* (Duponchel, 1838); *Eupithecia vulgate* (Haworth, 1809); *Gypsonoma aceriana* (Duponchel, 1843); *Larentia clavaria* (Haworth, 1809); *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758); *Ostrinia nubilalis* (Hübner, 1796); *Yponomeuta padella* (Linnaeus, 1758); *Y. malinella* (Zeller, 1838) (Yu and Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** *Prunus armeniaca* Linnaeus, 1753; *Prunus avium* Linnaeus; *Vitis vinifera* Linnaeus, 1753 (Yu and Horstmann, 1997).

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Ankara – Şereflikoçhisar - Ayaş ve Karadeniz Bölgesi (Özdemir ve Kılınçer, 1990); Adana-Balcalı, Pozantı, Saimbeyli, Adıyaman-Gölbaşı, Edirne-Hadımağa, Gaziantep - Oğuzeli, Hatay – Dörtyol - Karıncalı, İçel-Namrun, Kırklareli İğneada- Limanköy, Vize-Kömürköy, Şanlıurfa-Atatürk Barajı, Tekirdağ-İşıklar (Kolarov ve Beyarslan, 1994b); Balıkesir- İvrindi-Güngörmez, Bilecik- Küplü, Bursa- Aksu, Cumalıkızık, İncirli, Yenişehir, Yeşiltarla, Çanakkale- Bayramiç- Evciler (Kolarov vd., 1997a); Çanakkale – Bozcaada- Merkez, Gökçeada- Aydıncık, Kale, Tigem, Uğurlu (Kolarov vd., 1997b); Erzurum – Oltu Çamlıbel, Uzundere- Şelale (Kolarov vd., 1999); Afyon – Bayat-Koroğlu, Sincanlı- Akören, Denizli- Tavas- Tekkeköy, Manisa- Gördes- Güneşli, Muğla- Marmaris-Değirmenyani, Uşak- Banaz (Kolarov vd., 2002b); Çanakkale- Gelibolu- Evreşe, Edirne- Tavuk Ormanı, İstanbul- Sarıyer-Bilezikçi Çiftliği, Kırklareli- Kızılkırdere, Tekirdağ- Çerkezköy (Yurtcan, 2004); Isparta (Kolarov ve Gürbüz, 2004; Gürbüz, 2005); Adana, Halep Çamlığı (Gürbüz vd., 2008).

**Genel Dağılımı:** Paleartik, Avrupa, Oriental.

## Collyriinae

### *Collyria coxator* (Villers, 1789)

*Ichneumon coxator* Villers, 1789. Tomus tertius. Lugduni. 657 pp. (Ichneumon on pp. 134-218)

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Gökpınar (37o 43'K/29o 11'D) , 600m ,13.IV.2010,3♀♀; Honaz Dağı, Yassihöyük (37o 30'K/29o 20'D),866m, 21.V.2010, 1♀.

**Konakları:** Hymenoptera; *Cephus cinctus* (Norton,1872); *Cephus pygmaeus* (Linnaeus,1766); *Janus integer* (Norton,1861); *Trachelus tabidus* (Fabricius,1775);

**Lepidoptera;** *Ephestia elutella* (Hübner,1796); (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Poales; *Triticum aestivum* Linnaeus,1753 (Smith, 1948).

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Konya (Altınayar, 1981); İstanbul, Ankara (Kolarov, 1989); Batman-Merkez, Diyarbakır-Bismil, Elazığ-Sivrice, Mardin-Derik (Akkaya, 2005); Erzurum, Kars (Çoruh vd., 2005); Isparta (Gürbüz, 2005); Adana, Halep Çamlığı (Gürbüz vd., 2008).

**Genel Dağılım:** Paleartik, Nearktik, Avrupa.

## Ophioninae

### *Enicospilus ramidulus* (Linnaeus, 1758)

*Ichneumon ramidulus*, Linnaeus, 1758. Tomus I. Editio decima, reformata. Laurusnetii Salvii, Holmiae. 824 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37o 45'K/29o 14'D), 550m, 18.X.2010, 3♀♀; Honaz Dağı, Yassihöyük (37o 30'K/29o 20'D), 866m,

11.VIII.2010, 1♀.

**Konakları:** Lepidoptera; *Agrotis segetum* (Denis and Schiffermüller, 1775);

*Catocala electa* (Vieweg, 1790); *Dendrolimus pini* (Linnaeus, 1758); *Dypterygia scabriuscula* (Linnaeus, 1758); *Eriogaster lanestris* (Linnaeus, 1758); *Hadena bicruris* (Hufnagel, 1766); *Hadena rivularis* (Fabricius,1775); *Hyles euphorbiae* (Linnaeus, 1758); *Lacanobia oleracea* (Linnaeus, 1758); *Lacanobia pisi* (Linnaeus, 1758); *Melanchnra persicariae* (Linnaeus, 1761); *Ochroleuca praecox* (Linnaeus,

1758); *Panolis flammea* (Denis and Schiffermüller, 1775); *Phalera bucephala* (Linnaeus, 1758); *Phlogophora meticulosa* (Linnaeus, 1758); *Poecilocampa populi* (Linnaeus, 1758); **Hymenoptera;** *Nematus salicis* (Linnaeus, 1758) (Yu and Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** *Nicotiana tabacum* Linnaeus; Polygonaceae *Rumex* Linnaeus, 1753 (Yu ve Horstmann, 1997).

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Konya (Kolarov, 1989); Nevşehir (Kolarov, 1994); Ankara Şereflikoçhisar; Erzurum-Üniversite kampüsü, Palandöken, Aşkale, Ilıca, Pasinler, Çaltıyazı, İspir, Pazaryolu, Narman, Oltu, Çamlıbel, Süngübayır; Erzincan-

Bahçekültürleri; Rize-Anzer (Kolarov vd., 2000); Isparta (Gürbüz ve Kolarov, 2006); Tekirdağ (Beyarslan vd., 2006); Bolu, Sinop, Karabük, Kastamonu (Okyar ve Yurtcan, 2007); Adana, Halep Çamlığı (Gürbüz vd., 2008).

**Genel Dağılım:** Paleartik, Etiyopya, Avrupa, Orientalis.

### *Ophion pteridis* (Kriechbaumer, 1879)

**İncelenen Materyal:** Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37o 45'K/29o 14'D), 550m, 18.X.2010, 1♂.

**Konakları:** Lepidoptera; *Callopietria juvenina* (Stoll, 1782); *Lacanobia oleracea* (Linnaeus, 1758); *Lacanobia pisi* (Linnaeus, 1758) (Yu ve Horstmann 1997).

**Konak Besini:** Campanulaceae; *Campanula* Linnaeus, 1753 (Yu ve Horstmann, 1997).

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Erzurum (Kolarov vd., 2000); Adana, Toprakkale (Gürbüz vd., 2008).

**Genel Dağılımı:** Paleartik, Avrupa.

## Diplazontinae

### *Diplazon laetatorius* (Fabricius, 1781)

*Ichneumon laetatorius* Fabricius, 1781. Species insectorum. Tom. I. Hamburgii et Kilonii. 552 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Yassihöyük (37o 30'K/29o 20'D), 866m, 24.V.2010, 1♀.

**Konakları:** Coleoptera; *Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758); **Lepidoptera;** *Agonopterix heracliiana* (Linnaeus, 1758); *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758); *Alabama argillacea* (Hübner, 1823); **Diptera;** *Musca domestica vicina* (Macquart, 1851); *Allograpta exotica* (Wiedemann, 1830); *Melenastoma mellinum* (Linnaeus, 1758) (Yu and Horstmann 1997).

**Konak Besini:** *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776); *Aphis fabae* Scopoli, 1763;

*Aphis medicaginis* Koch, 1854; *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758); *Cichorium intybus* Linnaeus, 1753; *Eucalyptus grandis*; *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897);



*Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907); *Quercus obtusiloba*; (Yu ve Horstmann, 1997).

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Ankara (Tuatay vd., 1972), İstanbul (Kolarov, 1989), Ankara (Öncüler, 1991), Edirne, Tekirdağ, Kırklareli (Yurtcan et al., 1999), Isparta Şarkikaraağaç, Merkez, Sav, Gönen (Gürbüz, 2004); Adana, Halep Çamlığı (Gürbüz vd., 2008).

**Genel Dağılım:** Kozmopolit.

#### Tersilochinae

##### *Diaparsis nitida* (Horstmann, 1981)

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Yassihöyük (37° 30'K/29° 20'D), 866m, 24.V.2010, 1 ♀.

**Konakları:** Bilinmiyor.

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Hatay, Habib-i Neccar (Gürbüz vd., 2008).

**Genel Dağılımı:** Macaristan.

##### *Tersilochus jocator* (Holmgren, 1859)

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Karaçay (37° 41'K/29° 24'D), 1100m, 05.VII.2010, 1 ♀.

**Konakları:** Hymenoptera; *Hoplocampa testudinea* (Klug, 1814) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Hatay, Dörtöyl (Gürbüz vd., 2008).

**Genel Dağılımı:** Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çekoslovakya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Rusya, İtalya, Norveç, Polonya, Romanya, Macaristan, Hollanda, İsveç, Ukrayna, İsveç; İsviçre, A.B.D.

##### *Gonolochus nitens* (Horstmann and Kolarov, 1988)

*Tersilochus (Gonolochus) nitens* Horstmann, K.; Kolarov, J.A., 1988 Neue

Tersilochinen-Arten aus Bulgarien (Hymenoptera, Ichneumonidae). Spixiana. 10(3):271-277.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Karaçay (37° 41'K/29° 24'D), 1100m, 05.VII.2010, 1 ♀.

**Konakları:** Bilinmiyor.

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Hatay, Habib-i Neccar (Gürbüz vd., 2008).

**Genel Dağılımı:** Bulgaristan.

#### Cryptinae

##### *Aritranis director* (Thunberg, 1822)

*Ichneumon director* Thunberg, C.P. 1822. Ichneumonidea, Insecta Hymenoptera

illustrata. Memoires de l'Academie Imperiale des Sciences de Saint Petersburg. 8:249-281.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Cankurtaran (37° 39'K/29° 14'D), 1200m, 19.VI.2010, 1 ♂.

**Konakları:** Lepidoptera; *Lasiocampa quercus* (Linnaeus, 1758); *Leucoma salicis* (Linnaeus, 1758); *Phlyctaenia*

*coronata* (Hufnagel, 1767); *Agrumenia carniolica* (Scopoli, 1763); *Zygaena trifolii* (Esper, 1783) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar.

**Türkiye Dağılımı:** Isparta, Eğirdir, Yalvaç, Burdur, Antalya (Gürbüz ve Kolarov, 2008); Kasnak Meşesi (Gürbüz vd., 2009).

**Genel Dağılım:** Doğu Palearktik, Avrupa, Nearktik, Batı Palearktik.

##### *Aritranis longicauda* (Kriechbaumer, 1873)

*Cryptus longicauda* Kriechbaumer, J. 1873. Hymenopterologische Beiträge. III. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. 23:49-68.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Yassihöyük (37° 30'K/29° 20'D), 866m, 20.VI.2010, 1 ♀.

**Konakları:** Bilinmiyor

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Isparta, Eğirdir, Uluborlu (Gürbüz ve Kolarov, 2008); Kasnak Meşesi (Gürbüz vd., 2009).

**Genel Dağılım:** Avrupa, Batı Palearktik.

##### *Blapsidotes vicinus* (Gravenhorst, 1829)

*Hemiteles vicinus* Gravenhorst, J.L.C. 1829. Ichneumonologia Europaea. Pars II.

Vratislaviae. 989 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Gökpınar(37° 43'K/29° 11'D), 600m, 13.IV.2010, 1 ♂; 22.IV.2010, 1 ♀.

**Konakları:** Lepidoptera; *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758); *Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758); *Argynnis paphia* (Linnaeus, 1758); *Coleophora hemerobiella* (Scopoli, 1763); *Coleophora valesianella* (Zeller, 1849); *Exoteleia dodecella* (Linnaeus, 1758); *Inachis io* (Linnaeus, 1758); *Issoria lathonia* (Linnaeus, 1758);

*Polychrosis botrana* (Denis ve Schiffermüller, 1775); *Magdalis ruficornis* (Linnaeus, 1758); *Magdalis violacea* (Linnaeus, 1758); *Polygonia album* (Linnaeus, 1758); *Taleporia triquetrella* (Fischer von Röslerstamm); *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758); *Zygaena lonicerae* (Scheven, 1777); *Nymphalis antiopa* (Linnaeus, 1758); *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758); *Pieris napi* (Linnaeus, 1758); *Pieris rapae*

(Linnaeus, 1758); **Hymenoptera;** *Microgaster subcompleta* (Nees, 1834); **Coleoptera;** *Pissodes notatus* (Fabricius); *Pogonocherus fasciculatus* (DeGeer, 1775); *Blastophagus piniperda* (Linnaeus, 1758); *Hylurgus ligniperda* (Fabricius, 1787); *Magdalis phlegmatica* (Herbst, 1797); *Saperda populnea* (Linnaeus, 1758); *Scolytus scotylus* (Fabricius, 1775); (Yu and Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Kastamonu-İlgaz Dağı (Kolarov ve Yurtcan, 2008).

**Genel Dağılım:** Avrupa, Batı Palearktik.

##### *Cryptus spiralis* (Geoffroy, 1785)

*Ichneumon spiralis* Fourcroy, A.F. 1785. Entomologia Parisiensis, sive catalogus insectorum quae in agro Parisiensi reperiuntur. Paris. 544 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Gökpınar (37° 43'K/29° 11'D), 600m, 05.VII.2010, 1 ♀.

**Konakları:** **Lepidoptera;** *Taleporia tubulosa* (Retzius, 1783) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Bayburt, Erzurum, Kars (Çoruh ve Özbek, 2005); Isparta, Eğirdir (Gürbüz ve Kolarov, 2008); Kasnak Meşesi (Gürbüz vd., 2009).

**Genel Dağılım:** Doğu Paleartik, Avrupa, Batı Paleartik.

***Dichrogaster schimitscheki* (Fahringer, 1935)**

*Phygadeuon schimitscheki* Schimitschek, E. 1935. Forstschadlingsauftreten in Osterreich 1927 bis 1933. (Fortsetzung) Centralblatt für das Gesamte Forstwesen. 61(7/8):165-177.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Karaçay (37° 41'K/29° 24'D), 1100m, 05.VII.2010, 1 ♀.

**Konakları:** **Diptera;** *Exorista larvarum* (Linnaeus, 1758) (Yu ve Horstmann, 1997). **Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Isparta, Eğirdir (Gürbüz ve Kolarov, 2008); Kasnak Meşesi (Gürbüz vd., 2009).

**Genel Dağılım:** Avrupa, Nearktik, Batı Paleartik.

***Myrmeleonostenus italicus* (Gravenhorst, 1829)**

*Cryptus italicus* Gravenhorst, J.L.C. 1829. Ichneumonologia Europaea. Pars II. Vratislaviae. 989 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Yassihöyük (37° 30'K/29° 20'D), 866m, 20.VI.2010, 1 ♀.

**Konakları:** **Neuroptera;** *Myrmeleon formicarius* (Linnaeus) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar.

**Türkiye Dağılımı:** Isparta, Eğirdir, Uluborlu, Keçiörlü, Antalya (Gürbüz ve Kolarov, 2008); Kasnak Meşesi (Gürbüz vd., 2009).

**Genel Dağılım:** Doğu Paleartik, Avrupa, Batı Paleartik.

***Buathra laborator* (Thunberg, 1822)**

*Ichneumon laborator* Thunberg, C.P. 1822. Ichneumonidea, Insecta Hymenoptera illustrata. Memoires de l'Academie Imperiale des Sciences de Saint Petersburg. 8:249-281.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45'K/29° 14'D), 550m, 03.VIII.2010, 1 ♀.

**Konakları:** **Lepidoptera;** *Acronicta leporina* (Linnaeus, 1758); *Malacosoma disstria* (Hübner, 1820); *Malacosoma neustria* (Linnaeus, 1758); *Melanolophia imitata* (Walker, 1860); *Panolis flammea* (Denis ve Schiffermüller, 1775); *Rhizedra lutosa* (Hübner, 1803) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar.

**Türkiye Dağılımı:** Türkiye (Broad vd., 2004); Isparta, Yılanlı (Gürbüz ve Kolarov, 2008).

**Genel Dağılım:** Doğu Paleartik, Avrupa, Nearktik, Batı Paleartik.

***Agrothereutes hospes* (Tschek, 1871)**

*Cryptus hospes* Tschek 1871 C. 1871. Beitrage zur Kenntniss der osterreichischen Cryptoiden. Verhandlungen

der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. 20(1870):109-156.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45'K/29° 14'D), 550m, 18.X.2010, 1 ♀.

**Konakları:** **Lepidoptera;** *Canephora hirsuta* (Poda, 1761); *Drymonia ruficornis* (Hufnagel, 1766); *Eriogaster lanestris* (Linnaeus, 1758); *Lycaena dispar* (Haworth, 1802); *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758); *Saturnia spini* (Denis ve Schiffermüller, 1775); *Sparganothis pilleriana* (Denis ve Schiffermüller, 1775); Zygaeninae; *Zygaena* sp. (Fabricius, 1775) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Van-Gürpınar-Köprülüler Köyü (Beyarslan and Kolarov, 1994); Isparta, Gölçük (Gürbüz and Kolarov, 2008).

**Genel Dağılım:** Avrupa, Batı Paleartik.

***Glyphicnemis vagabunda* (Gravenhorst, 1829)**

*Phygadeuon vagabundus* Gravenhorst, J.L.C. 1829. Ichneumonologia Europaea. Pars II. Vratislaviae. 989 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Gökpınar (37° 43'K/29° 11'D), 600m, 23.IV.2010, 1 ♀; 24.IV.2010, 1 ♂.

**Konakları:** Bilinmiyor

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar.

**Türkiye Dağılımı:** Adana-Balcalı, Edirne-Lalapaşa (Beyarslan ve Kolarov, 1994).

**Genel Dağılım:** Doğu Paleartik, Avrupa, Batı Paleartik.

**Metopiinae**

***Exochus castaniventris* (Brauns, 1896)**

*Exochus castaniventris* Brauns, S. 1896. Descriptiones specierum Novarum Ichneumonidarum e fauna Hungarica 2. Termesztarajzi Füzetek. 19:270-276.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45'K/29° 14'D), 550m, 18.X.2010, 1 ♂.

**Konakları:** Bilinmiyor

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Antalya, Adana, Isparta, Hatay, Kahramanmaraş (Kolarov vd., 2009); Kars: Sarıkamış, Karakurt (Çoruh ve Özbek, 2011).

**Genel Dağılım:** Doğu Paleartik, Avrupa, Batı Paleartik.

***Exochus vafer* (Holmgren 1873)**

*Exochus vafer* Holmgren 1873 A.E. 1873. Dispositio methodica Exochorum Scandinaviae. Öfversigt af Kongliga Vetenskaps-Akademiens Forhandlingar. 30(4):55-78.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Karaçay (37° 41'K/29° 24'D), 1100m, 11.VIII.2010, 1 ♂.

**Konakları:** Bilinmiyor.

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Erzincan, Erzurum (Çoruh ve Kolarov, 2012)

**Genel Dağılım:** Doğu Paleartik, Avrupa, Batı Paleartik.

***Exochus mitratus* (Gravenhorst, 1829)**

*Exochus mitratus* Gravenhorst, J.L.C. 1829. Ichneumonologia Europaea. Pars II. Vratislaviae. 989 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Cankurtaran (37° 39'K/29° 14'D), 1200m, 21.VI.2010, 1♂; Honaz Dağı, Karaçay (37° 41'K/29° 24'D), 1100m, 05.VII.2010, 1♀; Honaz Dağı, Honaz İlçesi Milli Park Sınırı (37° 45'K/29° 14'D), 550m, 03.VIII.2010, 1♀.

**Konakları:** Hymenoptera; *Andricus lanificus*; **Lepidoptera;** *Autographa californica* (Speyer, 1875); *Eudemis porphyra* (Hübner, 1799); *Phycita roborella* (Denis ve Schiffermüller, 1775); *Yponomeuta malinella* (Zeller, 1838); *Yponomeuta padella* (Linnaeus, 1758) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Ericaceae *Kalmia* Linnaeus, 1753

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, Kafkaslar, İran-Anadolu.

**Türkiye Dağılımı:** Erzurum, Oltu ( Kolarov ve Özbek, 1998)

**Genel Dağılım:** Doğu Paleartik, Avrupa, Nearktik, Batı Paleartik.

### Campopleginae

#### \**Diadegma insectator* (Schrank, 1781)

*Ichneumon insectator* Schrank, F. von Paula. 1781. Enumeratio insectorum austriae indigenorum. Augustae Vindelicorum. 548 pp.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Yassihöyük (37° 30'K/29° 20'D), 866m, 19.VII.2010, 1♀.

**Diagnostik karakterler:** Ön kanat 6.5 mm. Anten 32 segment. Baş siyah ve boy/genişlik 1/6, clypeus yok, mandibula 2 dişli. Ön kanatta areolet kapalı, discocubitus ve ikinci recurrent damarda bulla yok. Thorax siyah. Abdomen açık kahverengi, 7 segmentli ve 2. segmentten itibaren genişleme var, 1. Segmentte spiracle arkada ve glymma var. Ovipozitor 5.0 mm, yukarı doğru kavisli ve çentik (nodus) bulunmaktadır. Ön ve orta bacaklarda tarsuslar krem rengi, femurlar kahverengi, arka bacaklarda tarsuslar beyaz bantlı, femurlar kahverengi. Tırnak taraklı.

**Konakları:** Lepidoptera; *Argyresthia mendica* (Haworth) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Türkiye Faunası için yeni kayıt.

**Genel Dağılım:** Avrupa, Batı Paleartik.

#### \**Diadegma aculeatum* (Bridgman, 1889)

*Limneria aculeata* Bridgman, J.B. 1889. Further additions to the Rev. T.A. Marshall's catalogue of British Ichneumonidae. Transactions of the Entomological Society of London. 1889:409-439.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Yassihöyük (37° 30'K/29° 20'D), 866m, 19.VII.2010, 1♂.

**Diagnostik karakterler:** Ön kanat 4.5 mm. Anten, 30 segment. Baş siyah, ½ boy/genişlik, clypeus yok, yüz tüylü, mandibula 2 dişli. Ön kanatta areolet kapalı, discocubitus damarda bir bullalı. Thorax siyah. Abdomen siyah, 7 segmentli, 2. segmentten itibaren genişleme var, 1. segmentte spiracle ortada. Bacaklar coxa, trocanter siyah, femur, tibia, tarsus açık kahverengi, Tırnak taraksız.

**Konakları:** Lepidoptera; *Cupido minimus* (Fuessly, 1775); *Emmetia marginata* (Haworth, 1828) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** *Rubus caesius* (Linnaeus) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Türkiye Faunası için yeni kayıt.

**Genel Dağılım:** Doğu Paleartik, Avrupa, Batı Paleartik.

#### *Diadegma claripenne* (Thomson, 1887)

*Angitia claripennis* XXXV. Försök till uppställning och beskrifning af atema inom slagtet *Campoplex* (Grav.). Opuscula Entomologica. Lund. XI: 1043-1182

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Yassihöyük (37° 30'K/29° 20'D), 866m, 23- 26.IV.2010, 3♀♀; 17-23.IV.2010, 1♀; Honaz Dağı, Karaçay (37° 41'K/29° 24'D), 1100m, 24.V.2010, 1♂, 1♀; 05.VII.2010, 2♀♀; 14.VII.2011, 1♀; 24.VII.2011, 1♂, 1♀; Honaz Dağı, Cankurtaran (37° 39'K/29° 14'D), 1200m, 14.VII.2011, 1♀.

**Konakları:** Lepidoptera; *Aethes francillana* (Fabricius, 1794); *Anacampsis timidella* (Wocke, 1887); *Choreutis pariana* (Clerck, 1759); *Cochylis posterana* (Zeller, 1847) (Yu ve Horstmann, 1997).

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası, İran-Anadolu

**Türkiye Dağılımı:** Ankara ( Özdemir ve Kılınçer, 1990 ).

**Genel Dağılım:** Avrupa, Batı Paleartik.

#### \**Venturia atricolor* (Gyorfi, 1946)

*Idechthis atricolor* Gyorfi, J. 1946. *Idechthis atricolor* spec. nov., eine neue Ichneumonide-Art aus Ungarn. Fragmenta Faunistica Hungarica. 9:10-11.

**İncelenen Materyal:** Honaz Dağı, Cankurtaran (37° 39'K/29° 14'D), 1200m, 21.VI.2010, 1♀.

**Diagnostik karakterler:** Ön kanat 5.5 mm. Anten 26 segment. Baş siyah, boy/geişlik 1/7, clypeus yok, mandibula 2 dişli. Ön kanatta areolet kapalı, discocubitus ve ikinci recurrent damarda bulla var. Thorax siyah. Abdomen 7 segmentli, 1. segmentte spiracle arkada, ovipozitor yukarı kavisli ve çentik var. Bacaklar açık kahverengi, trocanterde sarı bant var, femur ve tibia siyah bantlı, coxa siyah, tırnak taraksız.

**Konakları:** Bilinmiyor.

**Konak Besini:** Bilinmiyor.

**Sıcak Noktalar:** Akdeniz Havzası.

**Türkiye Dağılımı:** Türkiye Faunası için yeni kayıt.

**Genel Dağılım:** Fransa, Macaristan

### 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Honaz Dağı Milli Parkı Ichneumonidae faunası için toplam 12 altfamilyaya ait toplam 31 tür belirlenmiştir. Bu türlerden *Diadegma insectator*, *Diadegma aculeatum* ve *Venturia atricolor* Türkiye Ichneumonidae faunası için yeni kayıttır. Araştırma sonucunda, Türkiye faunası için vermiş olduğumuz yeni kayıt türlerin ülkemiz sınırları dışında ve aynı zamanda ülkemiz sınırlarını da içine alan 3 farklı sıcak noktadan sadece Akdeniz Havzası sıcak noktasını tercih ettiği görülmüştür. Honaz Dağı Milli Parkı'nın Akdeniz Havzası sıcak noktası sınırları içinde yer alması ve İran-Anadolu sıcak noktası ile Akdeniz Havzası sıcak noktası arasında geçiş bölgesi özelliğinin olması, her iki bölgesinde

elemanlarını bulundurması bu alanının biyolojik çeşitlilik açısından önemini göstermektedir.

Bu çalışmada Ctenopelmatinae yalnızca 550 m yükseklikte, *Pinus nigra*, *Pinus brutia*'nın baskın olduğu Honaz Dağı'nın kuzey kesiminde yer alan ve 1. İstasyon olarak seçilen Honaz İlçesi Milli Park Sınırında elde edilmiştir. Ctenopelmatinae'ye ait tek tür olan *Lamachus eques*, *Pinus nigra* ve *Pinus brutia*'nın iğne yapraklarını yiyerek zarar veren *Neodiprion sertifer* (Hymenoptera: Diprionidae)'in larva ve pupa parazitotidir. Sedivy, 1995'e göre *Lamachus eques*'in uçuş periyodu VI-VIII aylar arasındadır ve arazi çalışmalarımızda bu tür V. ayda görülmüştür. *Lamachus eques*'in uçuş periyodu ile *Neodiprion sertifer*'in larva ve pupa evresi aynı süre içinde gerçekleşmektedir. Bu iki böcek türü arasındaki parazitoid-konak ilişkisi ağaçların gelişimi açısından önemlidir. Sonuç olarak *Lamachus eques* orman ekosistemi sağlığının korunması için büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma sonucunda Honaz Dağı Milli Parkının Ichneumonidae türleri açısından önemli bir yaşam alanı olduğu ortaya konmuştur. Doğal ekosistemin devamlılığı, orman ekosisteminin sağlığı için Ichneumonidae türleri önemlidir. Bu bölgede tür çeşitliğinin yüksek tutulması için insan tahribatının en aza indirgenmesi gerekmektedir.

#### Teşekkür

TBAG-110T012 nolu proje için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

- Altınayar, G. (1981). Orta Anadolu Bölgesi tahıl tarlalarındaki böcek faunasının saptanması üzerinde çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, 21(2), 53-88.
- Akkaya, A., 2005. Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde Anomalinae, Banchinae, Collyriinae, Ophioninae ve Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) Türlerinin Sistemik Yönden İncelenmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 98 s. Diyarbakır.
- Aubert, J.F., 2000. [The West Palaearctic ichneumonids and their hosts. 3. Scolobatinae (=Ctenopelmatinae) and supplements to preceding volumes.] Les ichneumonides oeust-palaearctiques et leurs hotes. 3. Scolobatinae (=Ctenopelmatinae) et suppl. Aux volumes precedents. Litterae Zoologicae, 5: 1-310.
- Beyarslan, A., Yurtcan, M., Erdoğan, Ö. Ç., Aydoğdu, M., 2006. A Study on Braconidae and Ichneumonidae from Ganos Mountains (Thrace Region, Turkey) (Hymenoptera, Braconidae, Ichneumonidae). Linzer Biologische Beiträge, 38/1, 409-422.
- Bohart, R., Menke, A., 1976. Sphecid Wasps of the World. A generic revision. University of California Press, Berkeley. Los Angeles. London: 1 color plate, I-IX: 1-695.
- Broad, G. R., Laurence, N. M., Quicke, D. L. J., 2004. The genus *Nipponaetes* (Hymenoptera: Ichneumonidae:

Cryptinae) in Costa Rica, with a reassessment of the generic limits. Eur. J. Entomol, 101: 651-655.

- Çoruh, S., Özbek, H., 2005. New records of Cryptinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Turkey with some hosts. Türkiye Entomoloji Dergisi, 29: 183-186.
- Çoruh, S., Özbek, H., Kolarov, J., 2005. A Contribution to the knowledge of Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. Journal of the Entomological Research Society, 7 (3), 53-57.
- Çoruh, S., Özbek, H., 2011. New and little known some Ichneumonidae (Hymenoptera) species from Turkey with some ecological notes. Türkiye Entomoloji Dergisi, 35 (1): 119-131.
- Çoruh, S., Kolarov, J., 2012. Ichneumonidae (Hymenoptera) from North-Eastern Turkey III. Munis Entomology and Zoology, 7:1:629-633.
- Çoruh, S. (2019). Taxonomical and biogeographical evaluation of the subfamily Tryphoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Turkey. Journal of the Entomological Research Society, 21(3), 301-321.
- Fitton, M.G., Shaw, M.R., Gauld, I.D., 1988. Pimplinae ichneumon-flies Hymenoptera Ichneumonidae (Pimplinae). Royal Entomological Society of London, 7(1), 109 p.
- Gauld, I. D., Sithole, R., & Gómez, J. U. (2002). The Ichneumonidae of Costa Rica. 4. Memoirs of the American Entomological Institute.
- Györfi, J. (1943). Beiträge zur Kenntnis der Ichneumoniden Ungarns. I. Fragmenta Faunistica Hungarica, 6, 138-141.
- Gupta, V.K., 1990. The taxonomy of The Kristotomus-Complex of genera and revision of Kristotomus (Hymenoptera: Ichneumonidae: Tryphoninae). Contributions of the American Entomological Institute, 25(6), 1-88.
- Gürbüz, M.F., 2004. Isparta İli Ichneumonidae (Hymenoptera) Familyası Türleri Üzerine Faunistik ve Sistemik Araştırmalar, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), 68s. Isparta.
- Gürbüz, M.F., 2005. A survey of the Ichneumonidae (Hymenoptera) of Isparta in Turkey. Linzer Biologische Beiträge, 37: 2, 1809-1817.
- Gürbüz M.F., Kolarov, J., 2006. A study of Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). II. Tryphoninae. The Gazi Entomological Research Society, 8(1): 21-25.
- Gürbüz, M.F., Kolarov, J., 2008. A study of the Ichneumonidae (Hymenoptera). IV. Cryptinae, Cryptini. Turkey Journal of Zoology, 32, 373-377.
- Gürbüz, M.F., Ljubomirov, T., Kolarov, J., Yurtcan, M., Tabur, M.A., Çoruh, S., Buncukçu, A., 2008. Investigation of the Ichneumonidae, Ampulicidae, Crabronidae and Sphecidae (Hymenoptera, Insect)

- Fauna in Natural Protection Zones of East Mediterranean Region in Turkey. TBAGU/168(106T189). 30-60.
- Gürbüz, M.F., Kırtay, H., Birol, O., 2009. A study of Ichneumonidae (Hymenoptera) of Kasnak Oak Forest Nature Reserve in Turkey with new records. Linzer Biologische Beiträge, 41/2: 1985-2003.
- Kasparyan, D.R., 1973. Fauna of U.S.S.R. Insecta Hymenoptera, Ichneumonidae Subfamily Tryphoninae: *Tryphonini*, Nauka Leningrad, 3 (1): 9-233.
- Kasparyan, D.R., 1981. Opredelitel Nasekomich Europeiskoy Casti U.S.S.R. *Prepontchatokrilie*, 3:1-688.
- Kasparyan, D.R., 1990. Fauna of USSR, Insecta Hymenoptera, Ichneumonidae Subfamily Tryphoninae: Tribe Exenterini, Subfamily Adelognathinae. Nauka Leningrad, 3(2), 11-136.
- Kolarov, J., 1987. Ichneumonidae (Hymenoptera) from Balkan Peninsula and some adjacent regions. I. Pimplinae, Tryphoninae, Cryptinae. Türkiye Entomoloji Dergisi, 11(1), 11-28.
- Kolarov, J., 1994. Nocturnal Ichneumonidae from Bulgaria and Turkey with description of a new species. Entomofauna, 15, 93-97.
- Kolarov, J., Beyarslan, A., 1994. Investigations on the Ichneumonidae (Hym.) fauna of Turkey. 1. Pimplinae and Tryphoninae. Türkiye Entomoloji Dergisi, 18(3), 133-140.
- Kolarov, J., 1997a. Fauna Bulgarica 25 V. Hymenoptera, Ichneumonidae Part 1. Pimplinae, Xoridinae, Acaenitinae, Collyriinae. In Aedibus Academie Scientiarum Bulgaricae. Sofya, p. 320.
- Kolarov, J., 1997b. A review of Cremastinae of the Balkan Peninsula, Turkey and Cyprus with zoogeographical notes. Linzer Biologische Beiträge, 47(1), 169-199.
- Kolarov, J., Yurtcan, M.; Beyarslan, A., 1997. New and rare Ichneumonidae (Hymenoptera) from Turkey. I. Pimplinae, Tryphoninae, Phygadeuontinae, Banchinae and Ctenopelmatinae. Acta Entomologica Bulgarica, 3-4:10-12.
- Kolarov, J., Özbek, H., Yıldırım, E., 1999. New distributional data of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). I. Pimplinae and Tryphoninae. Journal of the Entomological Research Society, 1(2), 9-15.
- Kolarov, J., Gürbüz, M. F., 2004. A Study of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). Pimplinae. Linzer Biologische Beiträge, 36(2): 841-845.
- Kolarov, J., Pekel, S., Özbek, H., Yıldırım, E., ve Çalmasıur, Ö., 2000. New distributional data of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). III. The subfamily Ophioninae. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi, pp: 349-356.
- Kolarov, J., Özbek, H., 1998. New and little known Metopiinae Ichneumonidae) from Turkey. Linzer biol. Beitr., 30/1: Hymenoptera, 127-130.
- Okyar, Z., & Yurtcan, M. (2007). Phytophagous Noctuidae (Lepidoptera) of the western Black Sea region and their ichneumonid parasitoids. Entomofauna, 28(28), 377-388.
- Öncüer, C., 1991. A catalogue of the parasites and predators of insect pests of Turkey. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No 505, 1-354.
- Özbek, H., Çoruh, S., Kolarov, J., 2003. A Contribution to the Ichneumonidae fauna of Turkey. Subfamily Ichneumoninae (Hymenoptera). Entomofauna. Zeitschrift für Entomologie, 10, 157-164.
- Özdemir, Y., 1996. Species of ichneumonid wasps of the subfamilies Banchinae and Ichneumoninae (Hym.: Ichneumonidae) from Central Anatolia. Bitki Koruma Bülteni, 36(3-4), Temmuz-Aralık 1996: 91-103.
- Özdemir, Y., 2001. İç Anadolu Bölgesinde saptanan Diplazontinae ve Tryphoninae (Hymenoptera: Ichneumonidae) türleri. Türkiye Entomoloji Dergisi, 25(3), 183-191.
- Özdemir, Y., Kılınçer, N., 1990. İç Anadolu Bölge'sinde Saptanan Pimplinae ve Ophioninae (Hym: Ich) Türleri. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi, 26-29 Eylül, pp:309-318.
- Sedivy, J., 1995. Ichneumonidae 3. In: Rozkosny R. & Vanhara J. (eds): Terrestrial Invertebrates of the Plava Biosphere Reserve of UNESCO, II. Folia Fac. Sci. Nat. Uni. Masaryk. Brun., Biol., 93:261-269.
- Simandl, J. (1992). The distribution of pine sawfly cocoons (Diprionidae) in Scots pine stands in relation to stand edge and tree base. Forest ecology and management, 54(1-4), 193-203.
- Townes, H., 1969. The Genera of Ichneumonidae Part. I. Memoirs of the American Entomological Institute, 11, Pp: 1-300.
- Tuatay, N., Kalkandelen, A., Çağatay, N., 1972. Nebat Koruma Müzesi Böcek Katoloğu. Ziraat Mücadele ve Ziraat Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları Mesleki Kitapları Serisi, Pp: 119.
- Yu, D., 1998. Interactive Catalogue of World Ichneumonidae. www.taxapad.com/ich1998.html. Erişim Tarihi: 20.07.2011.
- Yu, D., Horstmann, K., 1997. Catalogue of World Ichneumonidae (Hymenoptera). The American Entomological Institute, Part 1,2: 1-1558.
- Yurtcan, M., 2004. Trakya Bölgesi Pimplinae (Hymenoptera: Ichneumonidae) faunasının taksonomik ve faunistik yönden araştırılması, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 110s. Edirne.
- Yurtcan, M., Beyarslan, A., Kolarov, J., 1999. Investigations on the Ichneumonidae (Hymenoptera)

fauna of Turkey V. Diplazontinae and Ichneumoninae. *Acta Entomologica Bulgarica*, 5(1): 34-36.

Yurtcan, M., Kolarov, J., Beyarslan, A., 2006. Tryphoninae Species from Turkish Aegean Region (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Linzer Biologische Beitrage*, 38(1):985-990.

## Böcekçil Beslenme ve Bazı Büyük Memeli Yaban Hayvanı Türlerinin Besin Tercihleri

Dilek Arslan<sup>1\*</sup> , Yasin Ünal<sup>1</sup> 

**Özet:** Büyük memeli türlerin beslenme alışkanlıkları genel olarak etçil (carnivor), otçul (herbivor) ve hepçil/hem etçil hem otçul (omnivor) olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Omnivor ve karnivor türler, besin diyetlerine böcekleri de dahil etmektedir. Böcekler, sahip oldukları yüksek protein değeri dolayısıyla ekstrem hava şartları ve besin kıtlığında alternatif bir besin ve enerji kaynağı, bazı zamanlarda da bu türlerin türlerinin hayatta kalabilmesi için tek umut ve son çare özelliğine sahiptir. Bu çalışmada Türkiye'de yayılış gösteren 5 büyük memeli familyasından 10 türün Dünya'nın çeşitli bölgelerinde yapılmış dışkı ve mide içeriği analizlerine göre böcekçil besin tercihleri bu türlerinin diyetindeki önemi değerlendirilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Protein diyeti, aminoasit, böcek, otçul, hepçil, karnivor

## Insectivorous Feeding And Nutritional Preferences Of Some Large Wild Mammalian Species

**Abstract:** The feeding habits of big mammalian species generally divided into three categories: carnivore, herbivore, and omnivore. Omnivorous and carnivorous species include insects in their food diets as well. Insects, due to the high protein they have, are an alternative food and energy source for carnivorous and omnivorous mammal species in extreme weather conditions and food shortage and sometimes have the feature of being the only hope and a last resort to survive for these species. In this study, the importance of insectivorous food preferences in the diet of 10 different species of 5 large mammal families in Turkey is evaluated by looking at the fecal and stomach content analyzes made in various regions of the world.

**Keywords:** Protein diet, amino acid, insect, herbivore, omnivore, carnivore

<sup>1</sup>**Address:** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü 32260, Isparta, Türkiye

<sup>1</sup>**Address:** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta, Türkiye

**\*Corresponding author:** yasinunal@isparta.edu.tr

**Citation:** Arslan, D., Ünal, Y. (2020). Böcekçil Beslenme Ve Bazı Büyük Memeli Yaban Hayvanı Türlerinin Besin Tercihleri. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4 (2): 160-170.

## 1. GİRİŞ

Farklı ekosistemlerde farklı besin maddelerinin varlığı, aynı habitatı paylaşan yaban hayvanlarının birbirleri ile pozitif ve/veya negatif etkileşimlerinde önemli rol oynar (Margalef, 1974; Matthews, 1998). Bu nedenle yaban hayatı popülasyonlarının ekolojisini tam anlamıyla bilmek ve başarılı yönetim - koruma modelleri oluşturabilmek için besin tercihleri hakkında bilgi sahibi olunmalıdır (Putman 1984). Beslenme ihtiyacı, hayvanların fizyolojik ihtiyaçlarının başında gelmektedir. Besinin cinsi ve miktarı; hayvanın cüsesine, aktivitesine, metabolizma hızına ve aldığı besinin kendisine sağladığı kaloriye bağlıdır. Nitekim bir popülasyonun yaşama ortamında hayatta kalabilmesi, barınabilmesi ve/veya gelişebilmesi üzerinde en etkili ve çoğu zaman da belirleyici faktör, besin ve beslenme faktörüdür (Oğurlu, 2015).

Beslenme alışkanlıkları türlerin ekolojisini anlamak için önemli bir bilgi kaynağıdır (Bojarska, 2012). Çünkü beslenme alışkanlıkları türlerin mekansal dağılımı, yiyecek arama davranışı, vücut kütlesi, üreme davranışı gibi ekolojik özelliğini etkilemektedir (Gittleman 1985, Iriarte vd., 1990, Welch vd., 1997, Wenson vd., 1999, Gende & Quinn 2004, Swenson vd., 2007). Memeli yaban hayvanları genel olarak etçil (carnivor), otçul (herbivor) ve hepçil / hem etçil hem otçul (omnivor) olmak üzere 3 farklı şekilde beslenmektedir (Oğurlu vd., 2011). Pineda vd. (2014), yaban hayvanlarının bu beslenme şekillerinin yanısıra meyvecil (frugivor), tohumcul (granivor), böcekçil (insectivor), çürükçül ve mantar (fungivor) beslendiklerinden de bahsetmektedir (Marone vd., 1998; Silvius, 2002). Etçil türlerin temel gıdası hepçil ve otçul beslenen av türleridir. Türkiye’de büyük etçil türlere en basit iki örnek kurt (*Canis lupus*) ve vaşak (*Lynx lynx*) iken daha küçük boyutlu etçil memelilere ise tilki (*Vulpes vulpes*) ve yaban kedisi (*Felis slyvestris*) örnek gösterilebilir. Hepçil büyük memeli türler büyük ölçüde bitkisel beslenmeyi tercih etmekle birlikte küçük memeliler, sürüngenler ve böceklere de yönelmektedir. Türkiye’de yayılış gösteren ayı (*Ursus arctos*) ve yaban domuzu (*Sus scrofa*) en bilinen ve yaygın hepçil büyük memeli türlerdir.

Omnivor ve karnivor türler, etçil beslenme yanında örümcekler (Arachnida) ve kırkayaklar (Diplopoda) gibi diğer eklembacaklılar; yumuşakçalar (Mollusca) ve solucanlar (Annelidler) gibi omurgasız türleri de besin diyetlerine dahil etmektedir (Dickman, 1988). Bu nedenle, Türkiye’de yayılış gösteren önemli büyük memeli türlerin böcekçil diyetlerini araştırırken, insektivor beslenme şeklinde genelleme yapıldığına dair görüşlere de rastlamamıza rağmen (Dickman, 1988), genel itibariyle böcekçil beslenme terimi daha yaygın kullanılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada da “böcekçil beslenme” ifadesinin kullanılması uygun görülmüştür (Yudin, 1989; Zaitsev vd., 2004; Fadeeva, 2016).

Sayırsız böcek türünün, yaban hayvanı besini dışında, doğal dengenin sağlanmasında çok önemli görevleri vardır (Price, 1997). Böcekler biyolojik mücadelede, adli biyolojide, tekstil ve gıda sektöründe, bazı ilaçların yapımında olduğu

gibi doğal dengenin sağlanmasında da çok önemli roller üstlenmektedir (Develioğlu vd., 2011; Demir vd., 2014;). Dünya üzerinde, bitki üremesine yardımcı olduğu düşünülen 100.000 civarında tozlayıcı canlı türü tanımlanmaktadır. Bu türlerin tamamına yakınının (%98) böcekler olduğu tahmin edilmektedir (Ingram vd., 1996).

Abiyotik çevresel faktörler, beslenmenin bileşimi ve yapısı için en önemli belirleyicilerdir (Smith ve Smith, 2000). Örneğin, ekstrem hava şartları ve besin kıtlığında Türkiye’de yayılış gösteren her boydan etçil ve hepçil memeli türü için böcekler alternatif bir besin ve enerji kaynağı haline gelmektedir (Tekeli, 2014). Bu dönemlerde yaban hayvanlarının hayatta kalmak için tek umudu böcekler olabilmektedir (Oğurlu, 2015).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)’nın Hayvan Yem Kaynakları Bilgi Sistemi’nde, ev sineği kurtçukları (*Musca domestica*), çekirge ([Orthoptera](#)) türleri, cırcır böcekleri (Gryllidae), un kurdu (*Tenebrio molitor*), ipek böceği (*Bombyx mori*) larvalarının koruma altındaki yaban hayvanlarının beslenmesinde kullanıldığını bildirilmektedir (Van Huis vd., 2013).

### 1.2. Böceklerin Besin Değerleri

Protein, hem insanlar hem de hayvanlar beslenmesi için önemli bir bileşen olmakla birlikte hemen hemen tüm biyolojik süreçlerde çok önemli bir rol oynar (Rumpold ve Schlüter, 2013). Aminoasit ise, protein oluşturmak için bir araya gelen organik bileşiklerdir. Hücrelerin, kasların ve dokuların büyük bir kısmı aminoasitlerden oluşur (Kearney, 2010) (Tablo 3). Proteinlerin en küçük yapı taşlarını oluşturan aminoasitlerdeki denge bileşendeki protein kalitesini tanımlamak için tek kriterdir (Hussein vd., 2017).



**Tablo 3.** Yaban hayvanlarının diyetinde bulunan bazı böcek türlerinin aminoasit içerikleri (Jozefiak ve Engberg, 2015)

Türler Aminoasit Tipleri	Un kurdu ( <i>T. molitor</i> ) Larva	Tropikal çekirge ( <i>G.silligatus</i> ) Subimago	Tarla çekirgesi ( <i>G. assimilis</i> ) Imago	Büvelek sineği ( <i>H.Illucens</i> ) Larva	Hamam böceği ( <i>S. lateralis</i> ) Subimago	Karasinek ( <i>M. domestica</i> ) Larva
Histidin	2.7	2.2	2.1	2.6	2.5	2.8
Arjinin	4.5	5.7	5.8	4.8	5.6	4.9
Treonin	3.6	3.5	3.3	3.6	3.3	3.3
Tirosin	5.4	4.2	4.5	6.0	5.6	5.1
Valin	5.9	5.2	5.3	5.6	5.1	4.4
Metionin	1.2	1.6	1.2	1.4	1.3	2.2
Sistin	0.6	0.9	0.5	0.7	0.7	0.4
İzolösin	4.0	3.7	3.4	4.0	3.1	3.2
Lösin	6.9	6.9	6.6	6.6	5.8	5.7
Fenilalanin	3.2	3.1	2.9	3.8	3.0	5.0
Lizin	4.9	5.3	5.0	5.6	4.9	6.9
Triptofan	1.0	0.9	0.7	1.1	0.8	3.2
<b>Toplam</b>	<b>43.9</b>	<b>43.2</b>	<b>41.3</b>	<b>45.8</b>	<b>41.7</b>	<b>41.7</b>

Fazla yağış alan yerlerde -orman vejetasyonunun iyi gelişmesine rağmen- yağmurla yıkanan toprağın özellikle de kalsiyum ve magnezyum tuzlarını büyük ölçüde kaybettiği bilinmektedir (Bolen ve Robinson, 1999). Bu habitatlarda yayılış gösteren bitki örtüsü mineral bakımından giderek zayıf hale gelmektedir. Bu sürecin sonucunda da, yaşlı ormanlar çok sayıda omurgalı hayvan barındırmalarına rağmen yüksek bir biyokütle üretmez hale gelmektedir. Bu gibi yerlerde, böcek yiyen türler kolay barınır ve beslenir, buna karşılık sürgün yiyici (sürgüncü) ve otlayıcı (otçu) herbivorlar ise yeterli beslenemezler (Dashmann, 1966; Oğurlu, 2015).

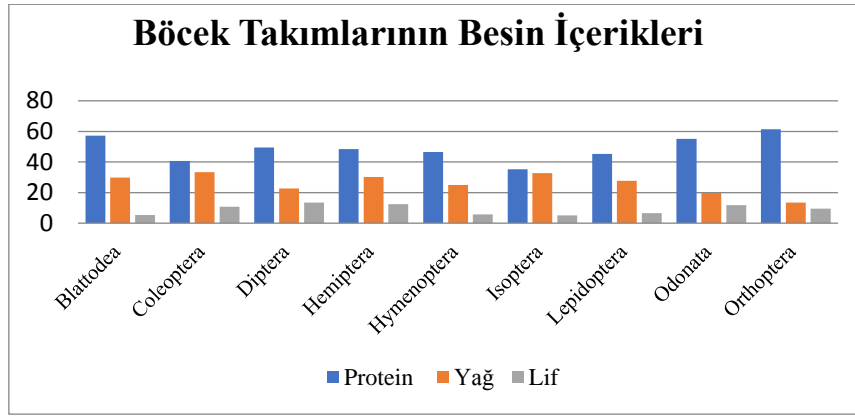
Böceklerin, protein değerlerinin yüksek olması sebebiyle sadece böcekçil (insectivor) yaban hayvanı türleri tarafından değil, sürüngen, amfibi, balık, kuş ve birçok büyük ve küçük memeliler tarafından da besin olarak tüketildiği bilinmektedir (Tablo 4) (Capinera, 2010). Omnivor ve karnivor büyük memeliler için, böcekler, arzu edilen ve alternatif bir yiyecek kaynağıdır (Lunney vd., 1990). Özellikle de genç hayvanlar için kritik ve temel bir besin kaynağı olduğu bilinmektedir (Oğurlu, 2015).

**Tablo 4.** Böcek takımlarına ait Türkiye’de yayılış gösteren önemli bazı böcek türlerinin besin içerikleri

Familya	Tür	Nem	Protein	Yağ	Lif	Kül
<b>Lepidoptera</b>	İpek böceği ( <i>Bombyx mori</i> )	76.3	25.8	38.5	X	2.1
<b>Coleoptera</b>	Un kurdu ( <i>Tenebrio molitor</i> )	63.7	65.3	14.90	20.04	3.3
	Gergedan böceği ( <i>Oryctes nasicornis</i> )	1.93	26	X	3.4	1.5
<b>Hymenoptera</b>	Bal arısı ( <i>Apis mellifera</i> )	65.7	60	10.6	X	17.4
<b>Diptera</b>	Meyve sineği ( <i>Drosophila melanogaster</i> )	67.1	56.3	17.9	X	5.2
	Kara sinek ( <i>Musca domestica</i> )	X	63.99	24.31	1.25	5.16
<b>Orthoptera</b>	Ev cırcırı ( <i>Acheta domesticus</i> )	X	64.38	22.8	19.1	5.1
	Cırcır böceği ( <i>Gryllus bimaculatus</i> )	X	64.9	13.08	9.4	5.07
<b>Blattodea</b>	Hamam böceği ( <i>Blaberus giganteus</i> )	X	53.9	28.04	9.4	3.3

Böcekler sadece yüksek protein içeriğine değil, aynı zamanda yağ, vitamin ve mineral içeriği bakımından da yüksek besleme değerine sahiptir (Moreki vd., 2012). Böceklerde yüksek düzeyde fosfor, düşük düzeyde kalsiyum bulunmakla birlikte, yağ oranı dişi böceklerde erkeklerle oranla daha yüksektir (Finke, 2008; Jacob, 2013). Bitkilerde bulunan fosfordan canlıların faydalanma düzeyi daha düşük iken, böceklerde bulunan fosfordan faydalanma düzeyi ise hemen hemen %100’dür (Capinera, 2010). Böceklerin çok az bir kısmı yaban hayatı için zararlı olmasına rağmen büyük çoğunluğu ekosistem işlevinde ve yaban hayatı besininde önemlidir. Böcekler, Dünya’daki bilinen hayvan türlerinin yaklaşık %75’ini oluşturmaktadır

olup geniş bir yayılışa sahiptir. Günümüzde Dünya üzerinde isimlendirilmiş 915.000 böcek türünün yaklaşık %40’ını Coleoptera takımı (387.000), %16-17’sini Lepidoptera (157.000), %13-14’ünü Hymenoptera (117.000), %10’unu Diptera (155.000), %10’unu Hemiptera (104.000), %5’ini Orthoptera (24.000) ve kalan %5’lik dilimi ise diğer takımlar oluşturmaktadır (Capinera, 2010; Puspitasari, 2016; Stork, 2018). Böcek takımları içerisinde Coleoptera türleri memeli yaban hayvanlarının diyetinde büyük önem taşımaktadır (Moreki vd., 2012). Şekil 1’de, Türkiye’de yayılış gösteren böcek takımlarının % protein değerleri verilmiştir (Finke, 2008).



Şekil 1. Böcek takımlarının % protein, yağ ve lif içerikleri

Wang vd. (2005), yetişkin bir tarla çekirgesinin %58,3 ham protein, %10,3 ham yağ, %8,7 kitin, %2,96 ham kül ve 2.960 kcal/kg içerdiğine sahip olduğunu, Ballitoc ve Sun (2012) ise, Tibet'te çekirge bakımından yoğun bir popülasyona sahip olan meralarda otlayan piliçlerin etlerinin daha güçlü bir antioksidan potansiyeline ve daha uzun bir raf ömrüne sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Buffalo kurdu (*Alphitobius diaperinus*) ve morio kurdunun (*Zophobas morio*) ham protein değerleri sırasıyla %52,0, %64,8 ve %47, yağ değerleri ise %33,9, %22,2 ve %39,6'dır (Sabuncuoğlu vd., 2018). Yine bir başka çalışmada, un kurdu, buffalo kurdu ve morio kurdunun besin içerikleri çıkarılarak tüm türlerin uygun bir yağ kaynağı ve özellikle bunlardan ikisinin (un kurdu ve buffalo kurdu) mükemmel bir protein kaynağı olduğu vurgulanmıştır (Adamkova vd., 2016). Bu böcek türleri aynı zamanda Türkiye'de yaygın bir yayılışa sahiptir.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu makalenin planlanması ve yazılması sırasında toplam 128 uluslararası nitelikte literatür taranmıştır. Bu kapsamda üç fitoğrafik bölgeye köprü durumunda olan Türkiye habitatına uygun bölgelerde yayılış gösteren memeli türlerin, habitat tercihleri ve beslenme tiplerine yönelik benzer çalışmalar ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda yaban hayvanlarının besin tercihleri mide ve dışkı analiz yöntemleri irdelenmiştir.

## 3. BULGULAR

Bu bölümde, Türkiye'de de geniş yayılışlara sahip Ursidae, Susidae, Mustelidae, Felidae ve Canidae familyalarına mensup 10 memeli türünün mide ve dışkı analizlerine göre böcekçil besin tercihleri başta olmak üzere diyetleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmektedir.

### 3.1. Ayı (*Ursus arctos*)

Dünya genelinde Ursidae familyasına mensup 8 ayı türü bulunmaktadır (Wilson ve Reeder, 2005). Boz ayı (*U. arctos*) Türkiye'de yaşayan en büyük karasal memeli ve tek ayı türüdür. Bu tür, 2003 yılından beri koruma altındadır. Boz ayıların ekolojileri ve davranışları hakkında gerekli bilgi sahibi olabilmek için beslenme alışkanlıklarını iyi bilmek önem arz etmektedir (Welch vd., 1997; Swenson

vd., 1999; Gende ve Quinn, 2004). Yeterli ve kaliteli beslenmesi batin sayısı, üreme aralığı, vücut büyüklüğünün olumlu etkilenmektedir. (Stringham, 1986; Stringham, 1990; Palomero vd., 1997; Welch vd., 1997; Ferguson ve McLoughlin, 2000). Küçük gövdeli aylarda karbonhidrat açısından yüksek (% 76 ± 5) diyetlerin, vücut kütlesi ve yağ kazanımı için biyokimyasal olarak en verimli beslenme yöntemi olduğu bildirilmiştir (Felicetti vd., 2003; Robbins vd., 2007). Yıl boyu besin tercihinin yaklaşık %90'ı bitkisel kaynaklı olmakla birlikte %10'luk kısmı mevsimsel ve besin mevcudiyetine göre değişmektedir (Mowat ve Heard 2006; Bojarska ve Selva 2012; Stenset vd., 2016). 2002-2004 yılları arasında Yunanistan'ın batı bölgesinde ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında 360 boz ayı dışkıları toplanıp diyetlerinde ki besin gruplarına yönelik incelemede 34 bitki, 9 omurgalı ve 7 omurgasız besin türü tanımlanmıştır (Paralikiidis vd., 2010). Bu türünün en sık gözlenen diyetini ilkbaharda buğday (*Triticum* sp.) (%36,62), yazın erik ağaçlarının meyveleri (*Prunus* sp.) ve sonbaharda (%37,22) buğday ile meşe (*Quercus* sp.) teşkil etmektedir. Ayrıca yaz boyunca evcil koyun (%14,04) ve karınca (Formicidae) (%31,58) ile beslendiği de tespit edilmiştir (Vulla vd., 2009; Swenson vd., 1999; Persson vd., 2001). Clevenger vd., (1992) tarafından 1983-1988'de yürütülen araştırmada, ayının böcek tüketiminin yaz mevsiminde %19,5 oranında olduğu bildirilmiştir. 2018 ve 2019 tarihleri arasında Nemrut Kalderası Tabiat Anıtı'nda yapılan çalışmada 79 dışkı örneği toplanmış ve analizi sonucunda boz ayının diyetini oluşturan besinlerin %69,934'ünü bitki, %7,258'ini omurgasız, %7,258'ini omurgalı ve %18,548'ini piknik artıklarının oluşturduğu saptanmıştır (Yücel, 2019).

### 3.2. Yaban Domuzu (*Sus scrofa*)

Yaban domuzları (*S. scrofa*), insan habitatlarındaki zararları dışında, doğal dengenin sağlanması, toprak döngüsü, bitki kompozisyonunda ve ağaç yenilenmesinde de doğaya faydalı bir tür olarak görülmektedir (Bratton, 1975; Lacki ve Lancia 1986; Kotanen, 1995). Hem yer üstünde hem de yer altında beslenme özelliğine sahip bu türün diyeti çeşitlilik göstermektedir (Fernandez-Llario ve Carranza, 1996). Kışın, ağaç kökleri ile beslenme ve hayvansal gıda tüketimi nispeten artmaktadır (Dardaillon, 1987; Groot Bruinderink vd., 1994). Kalori gereksinimini mısır yiyerek, protein eksikliğini ise böcek larvaları tüketimi ile telafi

etmektedir (Van Wieren, 1996; Geisser, 2000). Hayvansal besinin tüketimi, genç yaban domuzunda daha yüksek olmakla birlikte yaşamının farklı dönemlerine göre değişiklik göstermektedir (Gerard vd., 1991; Wlaze ve Abudzki, 1992; Groot Bruinderink vd., 1994). Temel gıdası bitkisel besinlerden oluşan yabann domuzu türünün diyetine hayvansal gıdalarında dahil edilmesi büyümesi ve hayatta kalması için önem teşkil etmektedir (Schley ve Roper, 2003).

Yaban domuzu diyetini karakterize etmek için 2001 ve 2004 yılları arasında İspanya’da yapılan araştırmada 142 mide içeriği analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonucunda beslenmesinde özellikle kök ve rizomlar olmak üzere bitkisel materyalin %94’lük bir orana sahip olduğu görülmüştür (Giménez-Anaya vd., 2008). Hayvansal besin tüketimi ise mevsimsel olarak değişsede karasal eklembacaklıları (%47), salyangozları (%44) ve kuşları (%2,3) tercih ettiği görülmektedir (Fernandez-Llano, 1996; Herrero vd., 2005; Anaya vd., 2008).

### 3.3. Kaya sansarı (*Martes foina*)

Kaya sansarı (*M. foina*) mevsimsel değişkenlere göre besin kaynaklarını geniş bir yelpazede kullanan ve Türkiye’de en yaygın yayılışa sahip Mustelidae türüdür. (Goszczyński 1976; Libois ve Waechter 1991; De Marinis ve Masseti 1995; Zalewski 2004; Zhou vd., 2010 ). Küçük memeliler (özellikle Rodentia ve Lagomorpha) kaya sansarının diyetinin önemli bir parçasını oluştururken, Galliformes ve Passeriformes takımlarına mensup kuş türleri en önemli ikincil diyetini oluşturmaktadır. Özellikle Lepidoptera, Diptera ve Dermaptera takımlarına bağlı böcek türlerinin ise yıl boyunca tüketildiği bildirilmektedir (Rysava vd., 2009; Georgiev, 2013). Kaya sansarının diyet içeriğine ilişkin Yunanistan’da 2003-2006 yılları yapılan araştırmada üç farklı habitatından toplanan 106 mide içeriği analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, diyetinde ağırlıklı olarak etli meyve ve böceklerin önemli bir yer teşkil ettiği müşahede edilmiştir (Bakaloudis, 2012). Posłuszny (2007), çalışmasında ağaç sansarı türünün kemirgenler ve kuşları; kaya sansarının ise meyve ve böcekleri daha çok tercih ettiğini tespit etmiştir.

### 3.4. Ağaç sansarı (*Martes martes*)

Ağaç sansarı (*M. martes*)’nın Türkiye’de yayılışı Turan (1984)’a göre Marmara, Batı ve Doğu Karadeniz, Karadeniz ormanları olarak bildirilmiştir (Turan, 1984). Gece avlanan bu tür yeterince besin bulabildiği sürece orman dışına çıkmamaktadır (Oğurlu ve Süzek, 1997). Diyetleri farklı gıda türlerinin mevcudiyetine, zamansal varyasyonlarına ve rekabet derecesine göre değişmektedir (Clevenger, 1992). Karnivor olan bu türün besinleri arasında küçük kemirgen memeliler, kurbağa, kertenkele, böcekler, kuş yavruları ve yumurtaları bulunduğu gibi belli dönemlerde yabani meyvelerde yer almaktadır (Grakov, 1962; Posłuszny vd., 2007;). Yapılan araştırmalarda fare türleri ağaç sansarı diyetinde en yüksek orana sahipken (%56); bitkiler (%24) ve böcekleri de (%14) yüksek oranda tercih ettiği tespit edilmiştir (Grakov, 1962; Marchesi vd., 1989; Clevenger, 1992;).

Mevsimsel olarak değerlendirildiğinde, ağaç sansarı; ilkbahar ve kış aylarında küçük memelileri sırasıyla %43 ve %39 oranında menüsüne alırken sonbahar döneminde diyetinde önemli bir değişim görülmektedir. Bu dönem bitkisel kaynaklı besinler %64 oranında tüketilmektedir. Özellikle *Rosm* sp., *Sorbus aucuparia* ve *S. aria* gibi meyveli türler %46 gibi önemli bir orana sahip besin kaynağıdır. Yaz döneminde ise kuş (%24) ve böcekler (%44) baskın gıda türünü oluşturmaktadır (Grakov vd.,1962; Marchesi ve Mermod, 1989; Marchesi vd., 1989; Posłuszny, 2007).

### 3.5. Porsuk (*Meles meles*)

Porsuk (*M. meles*) geniş habitat nişine sahip olması nedeniyle beslenme alışkanlığı da esneklik göstermektedir (Roper ve Mückevidius, 1995). Böcek larva, pupa ve ergin böcekler başta olmak üzere, meyveler, hububatlar, küçük memeliler, amfibiler, sürüngenlerle beslenmektedir. Yerde yuva yapan kuşların yumurtalarını ve bazen hayvan leşlerini de besin olarak tercih ettiği bilinmektedir (Skoog, 1970; Lobachev, 1976; Pigozzi, 1991; Çanakçıoğlu ve Mol, 1996; Özen ve Uluçay, 2010;). En önemli gıda kategorisini, böcekler (%30) ve küçük memeliler (%20) oluşturmaktadır (Roper ve Mückevidius, 1995). Karafatmalar (Carabidae) ve bokböceği (Geotrupes) familyaları porsuklar tarafından tüketilen böceklerin büyük kısmını oluşturmaktadır. Goszczyński vd., (2000), porsuk türünün özellikle yaz dönemi ve sonbaharda sık sık toprağı kazdığını, böcek ve larvaları fazlaca tükettiğini bildirmektedir.

### 3.6. Gelincik (*Mustela nivalis*)

Gelincik (*M. nivalis*), Mustelidae ailesinin en küçük üyesidir (Moors, 1977). Karnivor olan bu türün en önemli diyetini tüm yıl dikkate alındığında küçük kemirgenler ve kuşlar oluştururken, ilkbahar, yaz ve sonbahar döneminde de böceklere yönelmektedir. (Geptner vd., 1967; Day, 1968). Mevsimsel ve besin yetersizliği gibi durumlarda küçük memeliler, kuşlar, sürüngenler, amfibiler, omurgasızlar ve bitki kaynaklı besinleri de nispeten tercih ettiği bilinmektedir (Parovshchikov, 1975; McDonald vd., 2000; Lanszki ve Heltai, 2007). Polonya’da yapılan bir çalışmada ilkbaharda %41, kış aylarında %80 oranında küçük kemirgenlerin tüketildiği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı çalışmada gelincik türünün diyetinde küçük memelilerin yıl boyunca, kuşların, farklı türlere ait yumurtaların ve böceklerin ise ilkbahar ve yaz aylarında tüketildiği bildirilmektedir (Erlinge, 1975). Yaz ve sonbahar döneminde, meyve tüketiminde önemli bir artış gözlenmektedir (Goszczyński, 1976). Gelincik türünün popülasyon dinamiği dikkate alındığında dişilerin üreme başarısının neredeyse tamamının ilkbaharda yüksek oranda tercih ettiği fare ve böcek kaynaklı gıda kaynaklarına bağlı olduğu müşahade edilmektedir (King, 1989).

### 3.7. Su samuru (*Lutra lutra*)

Su samuru (*L. lutra*), Mustelidae familyasına mensup bir sucül memeli türüdür. Uluslararası Doğa Koruma Birliği’nin (IUCN) kırmızı listesinde yer alır (Ulutürk ve Yürümez, 2017). Tatlı su sistemlerinde en büyük avcılardan biri olarak kabul edilmesine mükabil ekosistemlerin işleyişinde ekolojik gösterge türü olarak önemli bir role

sahiptir (Bouros, 2014). Habitat özellikleri, yapısı ve su mevcudiyeti su samurunun besin tercihinde çeşitliliklere neden olmaktadır (Jedrezejewska vd., 2001; Clavero vd., 2003 ). Bouros, (2014), su samuru diyeti üzerine yaptığı araştırmada başlıca besin kaynağının balıklar (%31), amfibiler (%24), böcekler (%21), memelilerden (%21) oluştuğunu bildirmiştir. Güney Doğu Polonya’da yapılan diğer bir araştırmada ise beslenmesinin büyük kısmını balıklardan oluştuğu (%63,4), böceklerin (%20,2) ve amfibilerinde (%14,5) yüksek oranda tercih edildiği görülmüştür (Harna, 1993). 2001).

### 3.8. Vaşak (*Lynx lynx*)

Vaşak (*L. lynx*), Türkiye’de yayılış gösteren Felidae familyasına mensup 5 kedi türünden en maharetli avcı türlerden biridir (Sunquist ve Sunquist 1989 ). Vaşak benekli kediler arasında yer almaktadır. Vaşakın diyetinde; tavşanlar, küçük memeliler, toynaklılar, kuşlar ve böcekler bulunmaktadır (Linnell vd., 2001; Herfindal, 2005). Bunlar içerisinde yaban tavşanı (*Lepus europaeus*) %19,6, kemirgenler ise %17,6 oranında tercih edilmektedir. Özellikle Passeriformes takımına mensup ötücü kuşlar %7,8, böcekler ve meyveler ise %3,9 oranında tercih edilmektedir (Weber and Weissbrodt, 1999; Molinari-Jobin vd.,2007).

### 3.9. Tilki (*Vulpes vulpes*)

Kızıl tilki(*V. vulpes*) birçok çevresel koşula kolayca uyum sağlayabilen orta boylu bir memeli türüdür. Tundralardan çöllere ve ormanlara, şehir merkezlerinden tüm kırsal alanlara kadar çeşitli habitatlarda yayılış gösterebilir (Hoffmann ve Sillero-Zubirii, 2016). Orman ekosistemindeki en önemli kilit taşı türlerinden biri olarak kabul edilir (Lindstrom1989; Lindstrom vd., 1995). Geniş beslenme ağı ile gıda çeşitliliği fazla olan bir türdür (Reynolds ve Aebischer, 1991). Günlük aktivite desenini özellikle meyvelerin bol bulunduğu bölgelerde oluştururken, diyetinde böcekler, solucanlar, amfibiler, küçük memeliler ve kuşlar görülmektedir (Lindstrom vd., 1995). İklimle bağlı olarak besin miktarının sınırlı olduğu dönemlerde yaşayabilmek ve sahip olduğu enerjiyi koruyabilmek için kolay erişilebilenden böcekler ve meyveler ile beslendiği bilinmektedir (Lindstrom vd., 1995). Tilki mide içeriklerinde en sık tüketilen böcek grupları arasında Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera ve Diptera bulunmaktadır (Coman, 1973). Croft ve Hone, (1978), tarafından yapılan araştırmada, tilkinin besin diyetinde insan yerleşimleri ve kıyı bölgelerinden uzaklaştıkça böcekçil beslenme yüzdesinin %60 oranına kadar arttığı görülmüştür. İnsan yerleşimleri ve sulak alan civarlarında ise, kümes hayvanları, kuşlar, bitkiler ve kurbağaların nispeten daha çok tercih edildiği bilinmektedir. Nisan- Ekim aylarında böceklerin ve meyvelerin doğada daha kolay ulaşılabilir olması nedeniyle tilkinin özellikle gelişim döneminde başlıca diyetini böcekler %21, yumuşakçalar %0,3, solucanlar %0,9, meyveler %17,7 oluşturmaktadır (Hartova-Nentvichova vd., 2010).

### 3.10. Çakal (*Canis aureus*)

Çakal (*C. aureus*) Avrupa, Afrika’da ve Asya’nın büyük bölümünde yayılış yapan önemli bir *Canis* türüdür (Demeter ve Spassov, 1993; Stoyanov, 2012). Çakal türünün besin çeşidine göre avcılık stratejilerinde geniş bir çeşitlilik görülmektedir (Lamprecht, 1978; Macdonald, 1983; Demeter ve Spassov 1993 ). Diyetinde, eklembacaklılar, sürüngenler, kuşlar, tavşanlar, kemirgenler, toynaklılar, kümes hayvanları ve bitkisel kaynaklı besinler yer alır (Moehlman, 1983; Rajchev, 2002; Markov ve Lanszki 2012). Giorgos Giannatos vd., (2010) çakal türünün dışkı analizi bulgularına istinaden, tavşan ve fare gibi küçük av türlerinin önemli bir yer teşkil (%42,7) ettiğini, kuşların (%12), bitki materyalinin (%27,3) ve böceklerin de (%18) gibi önemli bir orana sahip olduğunu bildirmiştir.

## 4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Yaban hayatı popülasyonlarının ekolojisini anlamak için beslenme alışkanlıklarını bilmek önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye’de yayılış gösteren 5 büyük memeli familyasından 10 türün Dünya’nın çeşitli bölgelerinde yapılmış dışkı ve mide içeriği analizlerine göre besin tercihleri ile böcekçil beslenmenin diyetlerindeki oranı ve önemi hakkında bilimsel bilgiler sunulmuştur. İncelenen 125 makale ve 3 kitaptan edinilen bilgilere istinaden omnivor ve karnivor memeli türlerinin özellikle gelişim dönemlerinde yüksek protein ihtiyaçlarını böceklerden karşıladıkları ve besin tercihinde böceklerin çok önemli ve olmazsa olmaz bir yer teşkil ettiği görülmüştür. Bilimsel kaynaklarda mide analizleri ölü hayvanlardan veya canlı yaban hayvanlarının kusturulması yöntemiyle yapıldığı için çok fazla tercih edilmediği, ağırlıklı olarak dışkı analizi yönteminin kullanıldığı görülmüştür. Elde ettiğimiz bulgulara göre, hemen hemen tüm omnivor ve karnivor büyük memeli türlerin yıl boyu ve/veya yılın belli dönemlerinde diyetlerine böcekleri dahil etmektedir.

Yaban hayvanlarının besin diyetinde vitamin ve minerallerin yanı sıra, ilave protein ve yağ ihtiyaçları böcekçil beslenmenin önemini ve gereğini ortaya çıkarmaktadır (Capinera J. L., 2010). Böceklerin protein bakımından oldukça yüksek besin değerine sahip olması nedeniyle özellikle omnivor ve karnivor büyük memelilerin diyetlerinde önemli bir yere sahip oldukları bu çalışma ile bir kez daha anlaşılmıştır. Bu türlerin ana besin maddelerinin nispeten kısıtlı olduğu yaz ve sonbahar döneminde böcekçil beslenmenin önemi artmaktadır (Jonkel ve Cowan 1971; Rogers 1976; Powell vd. 1997; Noyce ve Garshelis 2011). Capinera, (2010), besin diyetlerinde böcekleri yoğun tüketen bireylerin daha sağlıklı, güçlü ve daha yüksek üreme oranlarına sahip olduğunu bildirmektedir. Bununla birlikte, Ballitoc ve Sun (2012) ve Adamkova vd., (2016) tarafından fareler ve tavuklar gibi hayvanlarla yapılan deneysel araştırmalar, böcek bazlı diyetlerin sağlıklı bir gelişim sağladığını, yaban hayvanları için mükemmel bir protein kaynağı ve güçlü bir antioksidan potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Buradan böcek bazlı gıda kaynaklarının mevcudiyetinin, yaban hayatının sürdürülebilirliği ve artarak devamlılığı için önemi vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye’de

geniş yayılışa sahip önemli böcek familyaları Şekil 1.'de protein, yağ ve lif değerleri açısından değerlendirilmiş ve bu familyalara ait türlerin, memeli hayvanlar tarafından oldukça fazla tüketildiği tahmin edilmektedir. Fakat bu tahmine yönelik Türkiye'de yeni araştırmalara ihtiyaç olduğu açıktır.

Bu çalışmada ismi geçen böcek türlerinin Türkiye'de geniş bir yayılışa sahip olmasının yanı sıra kültüre alınıp üretilmesi ile özellikle yabani kuş üretme istasyonlarında önemli besin kaynağı olabilme potansiyelleri bulunmaktadır. Örneğin, Tablo 4'de verilen ve protein değerleri bakımından en yüksek değere sahip türlerden biri olan *T. molitor* kozmopolit bir tür olarak Dünya'da yayılışı sahip olan bu tür Türkiyede bütün bölgelerde yayılış yapmaktadır. Diğer bir önemli tür olan *O. nasicornis*, Dünya'da, Orta Asya ve Avrupa'da görülürken Türkiye'de Akdeniz Bölgesi'ndeki yaban hayatı habitatlarının tümünde tespit edilmiştir. *G. bimaculatus* ise Dünya'daki yayılışını Asya, Afrika kıtalarında göstermekle birlikte Türkiye'de Karadeniz, Akdeniz, İç Anadolu, Batı Anadolu, Ege'de yayılışa sahiptir (Demirsoy, 2008). Mayıs böceği (*Melontha melontha*), karafatma (*Carabus nemoralis*), yaban arısı (*Vespula germanica*) ve karıncalar (*Formicidae*) Dünya'nın çeşitli bölgelerinde yapılan araştırmalarda porsuk (*M. meles*) ve ayı (*U. arctos*) diyetinde en fazla tercih edilen böcek türleri olarak bildirilmiş olup (Postuszny vd., 2007; Keis vd., 2019) bu böcek türlerinin Türkiye'nin yaban hayatı habitatında da yayılış gösterdiği bilinmektedir.

Bu çalışma Türkiye'de yaban hayvanlarının diyetinde böcekçil beslenmesine yönelik ilk çalışma olduğu düşünülmektedir. Bu özelliği ile bundan sonraki bilimsel araştırmalar için önemli bir kaynak değerine sahip olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Adamkova, A., L. Kourimska, M.Borkovcova, M.Kulma, J.Mlcek. (2016). Nutritional values of edible coleoptera (*Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* and *Alphitobius diaperinus*) reared reared in the Czech Republic. *Potravinarstvo, Agricultural University*, 10, 663-671
- Bakaloudis, D. E., Vlachos, C. G., Papakosta, M. A., Bontzorlos, V. A., Chatzinikos, E. N. (2012). Diet Composition and Feeding Strategies of the Stone Marten (*Martes foina*) in a Typical Mediterranean Ecosystem. *The Scientific World Journal*, 1–11.
- Ballitoc, D. A., S. Sun. (2013). Ground yellow mealworms (*Tenebrio molitor* L.) feed supplementation improves growth performance and carcass yield characteristics in broilers. *Open Sci. Reposit. Agric.* e23050425.
- Bojarska, K., Selva, N. (2012). Spatial patterns in brown bear *Ursus arctos* diet: the role of geographical and environmental factors. *Mammal Review*, 42(2), 120–143.
- Bolen, E. G., Robinson, W. L. (1999). Wildlife diseases. *Wildlife Ecology and Management*, 113-141.
- Bouroş G. (2014). Feeding Habits Of The Eurasian Otters *Lutra Lutra*, Living In Putna Vrancea Natural Park In The Eastern Carpathians, Romania. *Studia Universitatis Vasile Goldiş, Seria Ştiinţele Vieţii* Vol. 24, issue 3, , pp.317-322
- Bouroş, G. (2014). Status of the European Otter (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) in Romania. *Romanian Journal Of Biology*1
- Bratton S. P. (1975). The effect of the European wild boar, *Sus scrofa*, on Gray Beech Forest in the Great Smoky Mountains. *Ecology*, 56: 1356-1366
- Capinera JL. (2010). Insects and wildlife: arthropods and their relationships with wild vertebrate animals *Insects and wildlife: arthropods and their relationships with wild vertebrate animals: i-viii*, 1–487
- Clavero, M., Prenda, J., Delibes, M. (2003). Trophic diversity of the otter (*Lutra lutra* L.) in temperate and Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Biogeography*, 30(5), 761–769. doi:10.1046/j.1365-2699.2003.00865.x
- Clevenger, A. P., Purroy, F. J., Pelton, M. R. (1992). Food habits of brown bears (*Ursus arctos*) in the Cantabrian Mountains, Spain. *Journal of Mammalogy*, 73(2), 415-421.
- Coman, BJ. (1973). The diet of red foxes, *Vulpes vulpes* L., in Victoria. *Australian Journal of Zoology*, 21(3), 391.
- Croft, J. D., Hone, L. J. (1978). The stomach contents of foxes, *Vulpes vulpes*, collected in New South Wales. *Wildlife Research*, 5(1), 85-92.
- Çanakçıoğlu H., Mol T. (1996). Yaban Hayvanları Bilgisi, İstanbul Üniv. Yayın no:3948. Fakülte Yayın no: 440: 438-441
- Dardaillon, M. (1987). Seasonal feeding habits of the wild boar in a Mediterranean wetland, the Camargue (Southern France). *Acta Theriologica* 32: 389–401.
- Day, M.G. (1968). The food habits of British stoats (*Mustela erminea*) and weasels (*Mustela nivalis*). *J. Zool Lond.*, 148 : 201-217.
- De Marinis, AM., Masseti, M.(1995). Feeding habits of the *Pine marten*, *Martes martes* L., 1758, in Europe: A review. *Hystrix*, 7: 143–150.
- Demeter, A., Spassov, N.(1993). *Canis aureus* Linnaeus, 1758. In *Handbuch der Säugetiere Europas*. Edited by J. Niethammer and F. Krapp. Aula-Verlag, Wiesbaden, Germany. pp. 107–138.
- Demir, İ., Nalçacıoğlu, R., Demirbağ, R. (2014). Böcek Virüslerinin Biyoteknolojik Önemi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi 2008, 14 (2) 193-201
- Demirsoy A. (1993). Yaşamın Temel Kuralları, Omurgalılar, Cilt 3, Kısım 2. Meteksan A.Ş. Ankara, 758

- Demirsoy, A. (2008). Genel Zoocografya ve Türkiye Zoocografyası: Hayvan Cografyası. Ankara: Meteksan AS.
- Develioğlu, O., Karadağ, R. (2011). Genel Bir Bakış: Doğal Boyarmaddeler, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 23(1) (2011) 21-32.
- Dickman, C. R., Huang, C. (1988). The Reliability of Fecal Analysis as a Method for Determining the Diet of Insectivorous Mammals. Journal of Mammalogy, 69(1), 108–113. doi:10.2307/1381753
- Erlinge, S. (1975). Feeding Habits of the Weasel *Mustela nivalis* in Relation to Prey Abundance. Oikos, 26(3), 378. doi:10.2307/3543510
- Fadeeva, T. (2016). Insectivorous mammals (Lipotyphla, Soricidae) of the Perm Pre-Ural in the Late Pleistocene and Holocene time. Quaternary International, 420, 156–170. doi:10.1016/j.quaint.2015.10.074
- Felicetti LA, Robbins CT, Shipley LA (2003) Dietary protein content alters energy expenditure and composition of the mass gain in grizzly bears (*Ursus arctos horribilis*). Physiol Biochem Zool 76:256–261. https://doi.org/10.1086/374279
- Ferguson SH, McLoughlin PD. (2000). Effect of energy availability, seasonality, and geographic range on brown bear life history. Ecography 23: 193–200.
- Finke, M.S. (2008). Nutrient content of insects . In Capinera , J.L. (ed.), Encyclopedia of Entomology , 2nd edn., pp. 2623 –2646. Springer Science & Business Media B.V., Dordrecht, The Netherlands.
- Geisser, H. (2000). Das Wildschwein (*Sus scrofa*) im Kanton Thurgau (Schweiz): Analyse der Populationsdynamik, der Habitatansprüche und der Feldschäden in einem anthropogen beeinflussten Lebensraum. Dissertation zur Erlangung der naturwissenschaftlichen Doktorwürde, Universität Zürich.
- Gende SM, Quinn TP. (2004). The relative importance of prey density and social dominance in determining energy intake by bears feeding on Pacific salmon. Canadian Journal of Zoology 82: 75–85.
- Georgiev D. (2013). Diet of the Stone marten (*Martes foina Erxl.*) in two large cities of the Upper Thracian Lowland, Southn Bulgaria , ZooNotes 42: 1-4
- Geptner, V.G., Naumov, N.P. (1967). Mammals of the Soviet Union in Russian. British Lending Library Division, Translation No. 6458Mlek, Sov. Soy., Moscow, 2, 636–686
- Gerard, J.F., Teillaud, P., Spitz, F., Mauget, R. Campan, R. (1991). Les ongles sauvages de France: le sanglier. Revue d'Ecologie: la Terre et la Vie, Suppl. 6, 11–66.
- Gerard, J.F., Teillaud, P., Spitz, F., Mauget, R. Dardaillon, M. (1986). Seasonal variations in habitat selection and spatial distribution of wild boar (*Sus scrofa*) in the Camargue, Southern France. Behavioural Processes, 13, 251–268
- Giannatos, G., Karypidou, A., Legakis, A., Polymeni, R. (2010). Golden jackal (*Canis aureus* L.) diet in Southern Greece. Mammalian Biology - Zeitschrift Für Säugetierkunde, 75(3), 227–232. doi:10.1016/j.mambio.2009.03.003
- Giménez-Anaya, A., Herrero, J., Rosell, C., Couto, S., García-Serrano, A. (2008). Food habits of wild boars (*Sus scrofa*) in a Mediterranean coastal wetland. Wetlands, 28(1), 197-203.
- Gittleman J.L. (1985). Carnivore body size: ecological and taxonomic correlates. Oecologia 67: 540–554.
- Goszczyński, J. (1976). Composition of food of martens. Acta Theriologica, 21: 527–534.
- Goszczynski, J., Jedrzejewska, B., Jedrzejewski, W., (2000). Diet composition of badgers (*Meles meles*) in a pristine forest and rural habitats of Poland compared to other European populations. Journal of Zoology, 250(4), 495–505.
- Grakov, N. N., (1962). The role of squirrel in pine marten diets in Northern Europe. Trudy Vsesoy uznogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta zhivotnogo syrya i pushniny 19: 154-163.
- Groot Bruinderink, G. W. T. A., Hazebroek, E., Van Der Voot, H., (1994). Diet and condition of wild boar, *Sus scrofu scrofu*, without supplementary feeding. Journal of Zoology, 233(4), 631–648.
- Harna G., (1993). Diet composition of the otter *Lutra lutra* in the Bieszczady Mountains, south-east Poland. Acta Theriologica 38 (2): 167-174,
- Hartová-Nentvichova, M., Salek, M., Cervený, J., Koubek, P., (2010). Variation in the diet of the red fox (*Vulpes vulpes*) in mountain habitats: Effects of altitude and season. Mammalian Biology - Zeitschrift Für Säugetierkunde, 75(4), 334–340. doi:10.1016/j.mambio.2009.09.003
- Herfindal, I., Linnell, J.D.C., Odden, J., Birkeland Nilsen, E. Andersen, R., (2005). Prey density, environmental productivity and home-range size in the Eurasian lynx (*Lynx lynx*). - Journal of Zoology 265: 63-71
- Herrero, J., Irizar, I., Laskurain, N. A., García-Serrano, A., García-González, R., (2005). Fruits and roots: Wild boar foods during the cold season in the southwestern Pyrenees. Italian Journal of Zoology, 72(1), 49–52. doi:10.1080/11250000509356652
- Hoffmann, M., Sillero-Zubiri, C. (2016). *Vulpes vulpes*. The IUCN Red List of Threatened Species. 2016: e. T23062A46190249. IUCN, http://dx. doi. org/10.2305/IUCN. UK, 1.
- Hussein, A. A. A., (2017). Mineral deposits. In The geology of Egypt. Routledge. pp. 511-566
- Ingram M., Nabhan GC., Buchmaann SL., (1996). Impending pollination crisis threatens biodiversity and agriculture. Tropinet 7:1

- Iriarte A., Franklin W.L., Johnson W.E., Redford K.H., (1990). Biogeographic variation of food habits and body size of the American puma. *Oecologia* 85: 185–190.
- Jacob, J., (2013). Including insects in organic poultry diets.
- Jedrezejewska B, Sidorovich V.E., Pikulik MM, Jedrezejewski W. (2001). Feeding habits of the Otter and the American Mink in Bialowieza Primeval Forest (Poland) compared to other Eurasian populations. *Ecography* 24:165–180. doi:10.1034/j.1600-0587.2001.240207.x
- Jozefiak, D., Engberg, R. M., (2015). Insect as poultry feed. 20th European symposium on Poultry Nutrition, 24-27 August, Prague, Czech Republic.
- Kearney, J., (2010). Food consumption trends and drivers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 2793–2807. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0149>
- Keis, M., Tammeleht, E., Valdmann, H., & Saarma, U. (2019). Ants in brown bear diet, and discovery of a new ant species for Estonia from brown bear scats. *Hystrix*, 30(2). DOI:<https://doi.org/10.4404/hystrix-00168-2019>
- King CM., (1989). Carnivore behaviour, ecology and evolution. In: *The advantages and disadvantages of small size to weasels, Mustela species*. New York: Cornell University; p. 302–334.
- Kotanan P. M., (1995). Responses of vegetation to changing regime of disturbance: effects of feral pigs in a Californian coastal prairie. *Ecography*, 18: 190-199.
- Lacki M. J., Lancia R. A., (1986). Effects of wild pigs on beech growth in Great Smoky Mountains National Park. *J. Wildl. Manage*, 50: 655-659
- Lamprecht J., (1978). On diet, foraging behaviour and interspecific food competition of jackals in the Serengeti National Park, East Africa. *Z. Säugetierkd.* 43: 210–223
- Lanszki J, Heltai M. (2007). Diet of the weasel in Hungary. *Folia Zoologica*. 56:109–112.
- Libois, R., Waetcher, A., (1991). La fouine (*Martes foina* Erxleben, 1777). *Encyclopédie des Carnivores de France*. Soc. Francaise pour l'Etude et la Protection des Mammifères.
- Lindstrom E.R., (1989). The role of medium-sized carnivores in the Nordic boreal forest. *Finn Game Res* 46:53–63
- Lindstrom E.R., Brainerd S.M., Helldin J.O., Overskaug K., (1995). Pine marten—red fox interactions: a case of intraguild predation. *Ann Zool Fenn* 32:123–130
- Linnell, J.D.C., Andersen, R., Kvam, T., Andren, H., Liberg, O., Odden, J. & Moa, P.F., (2001). Home range size and choice of management strategy for lynx in Scandinavia. *Environmental Management* 27: 869-879
- Lobachev, Y.S., (1976). Ecology of the badger in the mountains of south-eastern Kazakstan. *Biulften Moscovoskogo Obchestm Xqytatelei Prir&. &ria Biologi*, 81.71-91.
- Lunney, D., Triggs, B., Eby, P. Ashby, E., (1990). Analysis of Scats of Dogs *Canis familiaris* and Foxes *Vulpes vulpes* (Canidae: Carnivora) in Coastal Forests Near Bega, New South Wales, Aust. *Wildl. Res.*, 1990, 17, 61-8
- Macdonald D.W., (1983). The ecology of carnivore social behaviour. *Nature* 301: 379–383.
- Marches P., Lachat, N., Lienhar d, R., Debieve, Ph. Mermod, (1989). Comparaison des regimes alimentaires de la fouine (*Martes foina* Erxl.) et de la martre (*Martes martes* L.) dans une region du Jura suisse. *Rev. Suisse Zool.* 96: 281-296
- Marchesi, P., Mermod, C., (1989). Regime alimentaire de la martre (*Martes martes*) dans de Jura Suisse (Mammalia: Mustelidae). *Rev. Suisse Zool.* 96: 127-146
- Marchesi, P., (1989). Ecologie et comportement de l martre (*Martes martes* L.) Dans le Jura Suisse. Ph.D. thesis. Universite de Neuchatel.
- Margalef R., (1974). *Ecologia*. Omega, Barcelona
- Markov, G., Lanszki, J., (2012). Diet composition of the golden jackal, *Canis aureus* in an agricultural environment. *Folia Zoologica*, 61(1), 44–48. doi:10.25225/fozo.v61.i1.a7.2012
- Marone, L., Rossi, B. E., Lopez de Casenave, J., (1998). Granivore impact on soil-seed reserves in the central Monte desert, Argentina. *Functional Ecology*, 12(4), 640-645.
- Matthews WJ., (1998). *Patterns in freshwater fish ecology*. International Thomson Publishing, Chapman and Hall, New York
- McDonald, R. A., Webbon, C., Harris, S., (2000). The diet of stoats (*Mustela erminea*) and weasels (*Mustela nivalis*) in Great Britain. *Journal of Zoology*, 252(3), 363–371. doi:10.1111/j.1469-7998.2000.tb00631.x
- Moehlman, P.D., (1983). Socioecology of silverbacked and golden jackals (*Canis mesomelas* and *Canis aureus*). Pp. 423–453
- Molinari-Jobin, A., Zimmermann, F., Ryser, A., Breitenmoser-Würsten, C., Capt, S., Breitenmoser, U., Eyholzer, R., (2007). Variation in diet, prey selectivity and home-range size of Eurasian lynx *Lynx lynx* in Switzerland. *Wildlife Biology*, 13(4), 393–405. doi:10.2981/0909-6396(2007)13[393:vidpsa]2.0.co;2
- Moors, P. J., (1977). Studies of the metabolism, food consumption and assimilation efficiency of a small carnivore, the weasel (*Mustela nivalis* L.). *Oecologia*, 27(3), 185–202. doi:10.1007/bf00347466
- Moreki, J.C., Tiroesele B., and Chiripasi, S.C., 2012. Prospects of utilizing insects as alternative sources

- of protein in poultry diets in Botswana: A Review. *Journal of Animal Science Advance*, 2(8): 649-658.
- Mowat, G., Heard, D. C., Seip, D. R., Poole, K. G., Stenhouse, G., Paetkau, D. W., (2005). Grizzly *Ursus arctos* and black bear *U. americanus* densities in the interior mountains of North America. *Wildlife Biology*, 11(1), 31-48.
- Oğurlu I., Süzek H., (1997). Ağaç Sansarı (*Martes martes* (L.)'nin Habitat Seçimi ve Beslenme Rejimi Üzerine Bir Araştırma Tr. J. of Zoology 21, 63-68
- Oğurlu, I., Süel, H., Ünal, Y., Ertuğrul, E. T. (2011). Importance and position of herbal non-wood forest products on the diet of the wild animals. 2nd International Non-Wood Products Symposium, 8-10 September 2011, Isparta / Turkey, s.78.
- Özen A. S., Uluçay İ., (2010). Kütahya İli *Meles Meles Linnaeus, 1758* (Mammalia: Carnivora)'ın Bazı Ekolojik, Biyolojik ve Taksonomik Özellikleri, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Issue 21, p9-20. 12p.
- Palomero G., Fernandez A., Naves J., (1997). Reproductive rates of brown bears in the Cantabrian Mountains, Spain. *International Conference for Bear Research and Management* 9: 129–132.
- Paralikidis, N.P., Papageorgiou, N.K., Kotsiotis, V. J., Tsiompanoudis, A.C. (2010). The dietary habits of the Brown bear (*Ursus arctos*) in western Greece. *Mammalian Biology- Zeitschrift Für Säugetierkunde*, 75(1), 29–35.
- Parovshchikov VY., (1975). A contribution to the ecology of *Mustela nivalis* Linnaeus, 1766 of the Arkhangel'sk North. In: *Biology of mustelids: some Soviet research*. Wetherby (UK): British Library Lending Division; p. 84–97.
- Persson, I. L., Wikan, S., Swenson, J. E., Mysterud, I., (2001). The diet of the brown bear *Ursus arctos* in the Pasvik Valley, northeastern Norway. *Wildlife Biology*, 7(3), 27-37.
- Pigozzi, G., (1991). The diet of the European badger in a Mediterranean coastal area *Acta 13 reriologica*, 36, 293-306.
- Pineda-Munoz, S., Alroy, J., (2014). Dietary characterization of terrestrial mammals, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1789), 20141173–20141173.
- Posluszny, M., Pilot, M., Goszczyński, J., & Gralak, B., (2007). Diet of sympatric pine marten (*Martes martes*) and stone marten (*Martes foina*) identified by genotyping of DNA from faeces. *Annales Zoologici Fennici*, 44(4), 269-284. Retrieved February 11, 2020, from [www.jstor.org/stable/23736771](http://www.jstor.org/stable/23736771)
- Price, P. W., (1997). *Insect Ecology* 3rd edition, Wiley, New York
- Puspitasari, S., (2016). Biogeography and ecology of beetles in a tropical archipelago: A case study from Kepulauan Seribu Marine National Park, PhD Thesis, University College London, Department of Geography, University College London
- Putman, R. J. (1984). Facts from faeces. — *Mamm. Rev.* 14: 79–97.
- Rajchev, E., (2002). Diet, morphology and parasitological status of red fox (*Vulpes vulpes*), golden jackal (*Canis aureus*), wild cat (*Felis silvestris*) and stone marten (*Martes foina*) in Central Balkan and Sredna gora Mountains. PhD dissertation, Thracian University, Stara Zagora, Bulgaria. 151 pp
- Reynolds, J. C., Aebischer, N. J., (1991). Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the Fox *Vulpes vulpes*. *Mammal Review*, 21(3), 97–122. doi:10.1111/j.1365-2907.1991.tb00113.x
- Robbins CT, Fortin JK, Rode KD, Farley SD, Shipley LA, Felicetti LA (2007) Optimizing protein intake as a foraging strategy to maximize mass gain in an omnivore. *Oikos* 116:1675–1682. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.16140.x>
- Roper, T. J., Mickevicius, E., (1995). Badger *Meles meles* diet: a review of literature from the former Soviet Union. *Mammal Review*, 25(3), 117–129.
- Rumpold B.A., and O.K.Schlüter, (2013). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17: 1-11
- Sabuncuoğlu K. M., Korkmaz Turgud F., Şamlı H. E., (2018). Bazı Böcek Türlerinin Yemlerde Kullanım Olanakları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 15(2), 73 - 77
- Schley, L., Roper, T. J. (2003). Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal review*, 33(1), 43-56
- Silvius, K. M. (2002). Spatio-temporal patterns of palm endocarp use by three Amazonian forest mammals: granivory or 'grubivory'? *Journal of Tropical Ecology*, 18(5), 707-723.
- Skoog, P., (1970). The food of the Swedish badger, *Meles meles* L. *Viltrevy*, 7, 1-120.
- Smith, R.L. & Smith, T.M., (2000). *Elements of ecology*, 4th edn. Addison Wesley Longman, Inc., San Francisco.
- Stenset, N. E., Lutnæs, P. N., Bjarnadóttir, V., Dahle, B., Fossum, K. H., Jigsved, P., Swenson, J. E., (2016). Seasonal and annual variation in the diet of brown bears *Ursus arctos* in the boreal forest of southcentral Sweden. *Wildlife Biology*, 22(3), 107–116. doi:10.2981/wlb.00194
- Stork, N. E., (2018). How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? *Annual Review of Entomology*, 63(1), 31–45. doi:10.1146/annurev-ento-020117-043348



- Stoyanov, S., (2012). Golden Jackal (*Canis aureus*) In Bulgaria. Current Status, Distribution, Demography And Diet. International symposium on hunting, Modern aspects of sustainable management of game population Zemun-Belgrade, Serbia, 22. – 24
- Stringham SF., (1986). Effects of climate, dump closure, and other factors on Yellowstone grizzly bear litter size. International Conference on Bear Research and Management 6: 33–39.
- Stringham SF., (1990). Grizzly bear reproductive rate relative to body size. International Conference on Bear Research and Management 8: 433–443.
- Sun, T., Long, R.J., Liu, Z.Y., Ding, W.R. and Zhang, Y., (2012). Aspects of lipid oxidation of meat from free-range broilers consuming a diet containing grasshoppers on Alpine steppe of the Tibetan lateau. Poultry Science, 91(1):224-231
- Sunquist, M.E. & Sunquist, F.C. (1989). Ecological Constraints on Predation by Large Felids. - In: Gittleman, J.L. (Ed.); Carnivore Behavior, Ecology, and Evolution. Cornell University Press, Ithaca, New York, pp. 283-301.
- Swenson JE., Jansson A., Rigg R., Sandegren F., (1999). Bears and ants: myrmecophagy by brown bears in central Scandinavia. Canadian Journal of Zoology 77: 551–561.
- Tekeli, A., (2014). Hayvan Beslemede Alternatif Protein Kaynağı Olarak Böceklerin Kullanımı, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(4): 531–538, 2014
- Ulutürk S., Yürümez G., (2017). New records of *Lutra lutra* Linnaeus, 1758 from Turkey. Department of Biology, Faculty of Science and Art, Batman University, Batman, Turkey. December, 2017; 1 (1): 21-24
- Van Huis, A.V., (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. Annual Review of Entomology, 58: 563-583.
- Van Wieren, S.E., (1996). Digestive strategies in ruminants and nonruminants. PhD Thesis, Wageningen
- Vulla, E. (2009). Carnivory is positively correlated with latitude among omnivorous mammals: evidence from brown bears, badgers and pine martens. Ann. Zool. Fenn. 46: 395–415.
- Wang, D., Zhai, S.W., Zhang, C.X., Bai, Y.Y., An, S.H. Xu, Y.N., (2005). Evaluation on nutritional value of field crickets as a poultry feedstuff. Asian-Australian Journal of Animal Science, 18(5): 667-670
- Weber J.M., Weissbrodt M., (1999). Feeding habits of the *Eurasian lynx* in the Swiss Jura Mountains determined by faecal analysis. Acta Theriologica 44 (3): 333-336,
- Welch CA., Keay J., Kendall K.C, Robbins C., (1997). Constraints on frugivory by bears. Ecology 78: 1105–1119.
- Wlaze k, M., Abudzki, L., (1992). Über die Nahrungskomponenten und die trophische Stellung des Schwarzwildes im Forschungsgebiet Zielonka. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 38, 81–87.
- Yudin, B.S., (1989). Insectivorous Mammals of Siberia. Nauka Publ, Novosibirsk, p. 360 (in Russian).
- Yücel F., (2019). Bitlis ili nemrut kalderası tabiat anıtı'ndaki boz ayı (*Ursus arctos*)'nın besin analizi. Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Zaitsev, M.V., Osipova, V.A., (2004). Insectivorous mammals (Insectivora) of the Late Pleistocene in the Northern Caucasus. Zoologicheskii zhurnal 83 (7), 851e868 (in Russian).
- Zalewski, A., (2004). Geographical and seasonal variation in food habits and prey size of European pine martens. In Martens and fishers (*Martes*) in human-altered environments, Edited by: Harrison, DJ, Fuller, AK and Proulx, G. 77–98. London, , UK: Springer.
- Zhou, Y-B, Newman, C, Xu, W-T, Buesching, CD, Zalewski, A, Kaneko, Y, Macdonald, DW, Xie, Z-Q., (2010). Biogeographical variation in the diet of Holarctic martens (genus *Martes*, Mammalia: Carnivora: Mustelidae): Adaptive foraging in generalists. Journal of Biogeography, 38: 137–147

## Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, Times New Roman yazı tipinde, 10 punto olarak ve düz metin şeklinde yazılmalıdır. Makaleye sayfa ve satır numarası eklenmelidir.

**Kapak sayfası:** Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri bulunmalıdır.

**Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce):** Özet 500 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır. Araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

**Ana metin:** Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

**Dipnotlar:** Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında yer almalıdır.

**Semboller ve kısaltmalar:** Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) göre olmalıdır.

**Kaynaklar:** Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Özkan vd., 2008; Özdemir, 2015). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayın yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

**Çizelgeler ve şekiller:** Bütün çizelge ve şekiller metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve ilgili yere eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller hem elektronik ortamda hem de kağıt baskıda net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde olmalıdır.

**Makalenin gönderilmesi:** Dergimizin bütün hakemlik ve yayıncılık işlemleri elektronik sistem üzerinden gerçekleştirilmektedir. Dergimize yayın göndermek isteyen yazarların ilk olarak dergimizin "web sitesine" girerek "kayıt" ekranından üye olmaları gerekmektedir. Kayıtlı yazarlarımız sisteme "giriş" yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte ve hakem önerilerini de içeren "Telif Hakkı Devri Formunu" sisteme ek belge olarak yüklemelidirler.

## Kaynaklar

Kaynak kullanımları aşağıda örneklerde belirtilen şekillerde olmalıdır.

## Instructions for authors

Manuscript should be written in A4 page size, with Times New Roman font and 10 pt font size, as plain text. Page and line numbers should be included into the manuscript.

**Cover page:** Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

**Title and abstract (Turkish and English):** Abstract should not written exceed 500 words. Explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

**Main text:** Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

**Footnotes:** Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be located below tables and figures.

**Symbols and abbreviations:** Unit symbols should comply with The International System of Units.

**References:** In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Özkan et al., 2008; Özdemir, 2015). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

**Tables and figures:** All tables and figures should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be located in suitable places. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be easily visible and understandable both in print and electronic versions. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution. Characters within the figures should be in Times New Roman font type.

**Submission of a manuscript:** In our journal, all review and publishing processes are conducted within an electronic system. Authors who want to submit their manuscript to our journal should first visit our "web page" and "register" as an author. Our registered members can "log in" to the system and then upload their manuscript and "COPYRIGHT RELEASE FORM" as an appendix, containing their suggested referees.

## References

Using of references should be in the form as follows.

### **Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale**

- Akyıldırım, O., Gökce, H., Bahçeli, S., Yüksek, H. (2017). Theoretical and Spectroscopic (FT-IR, NMR and UV-Vis.) Characterizations of 3-p-chlorobenzyl-4-(4-carboxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one Molecule. *Journal of Molecular Structure*, 1127: 114-123.
- Tan, S., Williams, C.T. (2013). An In Situ Spectroscopic Study of Prochiral Reactant–Chiral Modifier Interactions on Palladium Catalyst: Case of Alkenoic Acid and Cinchonidine in Various Solvents. *J. Phys. Chem. C*, 117(35): 18043–18052.

### **Book / Kitap**

- Özkan, K. (2016). *Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) Nasıl Ölçülür?* Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, Isparta, 142 s.
- Whittaker, E. T. (1988). *A treatise on the analytical dynamics of particles and rigid bodies*. Cambridge University Press.

### **Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm**

- Westhoff, V., Van Der Maarel, E. (1978). The braun-blanquet approach in classification of plant communities, Reinhold Tüxen (Ed.), *Handbook of Vegetation Science*, Springer Netherlands, pp. 619-704.
- Şencan, A., Sevindir, H.C., Kiliç, M., Karaboyacı, M. (2011). Biosorption of CR+ 6 from Aqueous Solution with Activated Sludge Biosolids (Ref. NO: MT11-OP-475), Gökçekus, H., Türker, U., LaMoreaux, J.W., (Ed, *Survival and Sustainability*, 973-984.

### **Thesis and dissertation / Tez**

- Gülsoy, S. (2011). *Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Enler (Anacardiaceae)'in Göller Yöresi'ndeki Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Yetiştirme Ortamı-Meyve Uçucu Yağ İçeriği Etkileşimleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 194 s.
- Özdemir, S. (2015). Ovacık Dağı Yöresi'nde Türk Kekliği (*Origanum onites* L.) ve Büyük Çiçekli Adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) Türlerinin Ekolojik Özellikleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. 74s.

### **Conference proceedings / Konferans bildirisi**

- Özkan, K., Kavgacı, A. (2009). Küresel ısınmanın orta dağlık alanlarda tür çeşitliliği üzerine olası etkileri (Acıpayam yöresi örneği). I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu (Eds: Palta, Ç.), 16-18 Haziran 2009, Konya, Türkiye, 277-284.
- Özkan, K., Negiz, M.G., Şentürk, Ö., Kandemir, H. (2012). Göller Bölgesi'ndeki Bazı Önemli Rekreasyon Alanları ve Onların Ekolojik Özellikleri, I. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi 2012, Bildiri Kitabı, 12-15 Nisan, 587-596, Detay Yayıncılık, Kemer-Antalya.

### **Electronic reference / Elektronik kaynak**

- FAO, (2016). *Sustainable Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/sustainability/en/>, Accessed: 14.06.2016.
- Milliparklar, (2017). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://www.milliparklar.gov.tr/korunanalanlar/kavramlar.htm>, Erişim Tarihi: 18.06.2017

Bilge International Journal of Science and Technology Research online ve açık erişimli yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergi dili İngilizce ve Türkçe'dir. Yılda iki sayı yayınlanan dergide Temel bilimler, Doğa bilimleri, Mühendislik ve Teknoloji bilimleri konularında bilimsel makaleler yayınlanmaktadır.

Dergimize gönderilen makalelerin daha önce yayınlanmamış orijinal çalışmalar olması gerekmektedir. Dergide yayımlanacak makalenin atıflarından, bilimsel verilerinden, sonuçlarından ve etik kurallara uygun olup olmadığından yazarlar sorumludur (yazar/yazarlar bu durumu telif hakkı sözleşmesinde kabul eder). Orijinal araştırmaya dayalı çalışmalara öncelik verilmekte, sınırlı sayıda derleme makale yayınlanmaktadır.

Dergiye gönderilen makale, yayın kurulu tarafından yayına uygunluk açısından incelendikten sonra en az iki hakeme gönderilir. Hakemlerin değerlendirmeleri sonucunda en az iki yayınlanabilir raporu alan makale, dergi yönetimince uygun görülen bir sayıda yayınlanır. Hakem raporlarının birisinin olumlu, diğerinin olumsuz olması durumunda makale üçüncü bir hakeme gönderilir. Bu durumda makalenin yayınlanıp yayınlanmamasına üçüncü hakemin raporuna göre karar verilir. Hakemler tarafından düzeltme istenen makaleler gerekli düzeltmeler için yazara geri gönderilir. Düzeltilen metnin belirtilen sürede dergi sistemine yüklenmesi yazarın sorumluluğundadır. Makalenin yayınlanması konusunda son karar, dergi editörlüğüne aittir..

Bilge International Journal of Science and Technology Research is an online, open access, peer-reviewed, international research journal. Language of the journal is English and Turkish. The journal published two issues a year publishes scientific articles on the subjects of Basic Sciences, Natural Sciences, Engineering and Technology.

Authors should only submit original work, which has not been previously published and is not currently considered for publication elsewhere. The authors are responsible for the citations of the article to be published, its scientific data, its results, and whether it is in line with ethical rules (Author / authors accept that in the copyright agreement). Research papers will be given priority for publication while only a limited number of review papers are published in a given issue.

The articles are sent to least two reviewer after examined by the editor board in terms of compliance with the publication. As a result of the evaluations of the reviewers, the article which received at least two publishable reports will be published at a suitable number for the management of the journal. If one of the reviewer reports is positive and the other is negative, the article will be sent a third reviewer. In this case, the publication of the article is decided according to the third report. The articles corrected by the referees are returned to the author for necessary corrections. It is the responsibility of the author to upload the revised text to the journal system for the specified period. The final decision on the publication of the article belongs to chef editor.

