

# Black Sea Journal of Engineering and Science





**BLACK SEA JOURNAL OF ENGINEERING AND SCIENCE**  
**(BSJ ENGIN SCI)**



Black Sea Journal of Engineering and Science (BSJ Eng Sci) is a double-blind peer-reviewed, open-access international journal published electronically 4 times (January, April, July and October) in a year by since January 2018. It publishes, in English and Turkish, full-length original research articles, innovative papers, conference papers, reviews, mini-reviews, rapid communications or technical note on advances in a wide range of scientific disciplines from all fields of engineering and science and from any source.

ISSN 2619 - 8991

Phone: +90 362 408 25 15

Fax: +90 362 408 25 15

Email: [bsjsci@blackseapublishers.com](mailto:bsjsci@blackseapublishers.com)

Web site: <http://dergipark.gov.tr/bsengineering>

Sort of publication: Periodically 4 times (January, April, July and October) in a year

Publication date and place: April 01, 2021 - Samsun, TURKEY

Publishing kind: Electronically

**OWNER**

Assoc. Prof. Uğur ŞEN

**DIRECTOR IN CHARGE**

Prof. Dr. Hasan ÖNDER

## **EDITOR BOARDS**

### **EDITOR IN CHIEF**

Prof. Dr. Hasan ÖNDER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Uğur ŞEN, Ondokuz, Mayıs University, TURKEY

### **SECTION EDITORS\***

Prof. Dr. Erkan YALÇIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Hasan TANAK, Amasya University, TURKEY

Prof. Dr. Hasan TEMİZ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Esmeray KÜLEY BOĞA, Cukurova University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Kadyrbay CHEKİROV, Kyrgyz Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Assoc. Prof. Dr. Özgür Hakan AYDOĞMUŞ, Social Sciences University of Ankara, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Roswanira Binti AB WAHAB, University of Technology, MALAYSIA

Asst. Prof. Dr. Fatma Sevinç KURNAZ, Yıldız Technical University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Sedat KARADAVUT, Trakya University, TURKEY

---

\* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

### **EDITORIAL - ADVISORY BOARD\***

Prof. Dr. Aglaia (Litsa) LIOPA-TSAKALIDI, Institute of Western Greece, GREECE

Prof. Dr. Ercan EFE, Kahramanmaraş Sutcu Imam University, TURKEY

Prof. Dr. Mohammad Masood TARIQ, University of Balochistan, PAKISTAN

Prof. Dr. Mustafa Çağatay TUFAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Prof. Dr. Özkan GÖRGÜLÜ, Ahi Evran University, TURKEY

Prof. Dr. Soner ÇANKAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Taner TUNÇ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

Asst. Prof. Dr. Emil OMURZAK, Kyrgyz-Turkish Manas University, KYRGYZSTAN

Asst. Prof. Dr. Yılmaz KAYA, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

---

\* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

### **STATISTIC EDITOR**

Prof. Dr. Mehmet TOPAL, Kastamonu University, Turkey

### **ENGLISH EDITOR**

Assoc. Prof. Dr. Sezen Ocak YETISGIN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

### **TURKISH EDITOR**

Prof. Dr. Serkan ŞEN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY

## **REVIEWERS OF THE ISSUE\***

Prof. Dr. İbrahim Özgür DENEME, Aksaray University, TURKEY

Prof. Dr. Kenan KARA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

Prof. Dr. Metin Hakan SEVERCAN, Niğde Ömer Halisdemir University, TURKEY

Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ, Ankara University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Adnan ÜNALAN, Niğde Ömer Halisdemir University, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Mustafa ALKAN, Plant Protection Central Research Institute, TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Turgut ATAY, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. İsmail ÜLGER, Erciyes University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Navid KHALEGHIMOĞHADDAM, Konya Food and Agriculture University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Özer KURT, Muş Alparslan University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Sinan KUL, Bayburt University, TURKEY

Assist. Prof. Dr. Tuba BAYRAM, Van Yüzüncü Yıl University, TURKEY

Dr. Lütfi BAYYURT, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

Dr. Yusuf Alparslan ARGUN, Iğdır University, TURKEY

---

\* The ranking is arranged alphabetically within the academic title

Volume 4, Issue 2 (2021)


Table of Contents

Research Article

**1. ENVIRONMENTAL EFFECTS AND DIFFUSE POLLUTION LOAD CALCULATION OF ANIMAL WASTES IN İĞDIR PROVINCE AND DISTRICTS** 

(İğdir ili ve ilçelerindeki hayvansal atıkların çevresel etkileri ve yayılı kirletici yükü hesabı)

Sevtap TIRINK.....43-50

**2. A NEW PEST SPECİES IN TURKISH HAZELNUT ORCHARDS; THE FRUIT TREES STINK BUG *APODIPHUS AMYGDALI* (GERMAR, 1817) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)** 

(Türkiye fındık bahçelerinde yeni bir zararlı tür; meyve pis kokulu böceği, *Apodiphus Amygdali* (Aermar, 1817) (hemiptera: pentatomidae))


İsmail Oğuz ÖZDEMİR, Celal TUNCER, Mansur ULUCA.....51-54

**3. SUSTAINABLE HUNT IN WILD LIFE ELBİSTAN KIZILKANDIL EXAMPLE HUNTING GROUND EXAMPLE** 

(Sürdürülebilir av yaban hayatında Elbistan Kızılkandil örnek avlağı örneği)

Çağrı Özgür ÖZKAN, Hacı KALINKÜTÜK, Mustafa BAYDEMİR, Halima ÇOTU, Özlem ABDURRAHMANOĞULLARI, Kübra KALINKÜTÜK, Şeyma ALKAP.....55-57

Review Article

**4. A NEW INVASIVE POLYPHAGOUS PEST IN TURKEY, BROWN MARMORATED STINK BUG [*HALYOMORPHA HALYS* (STÅL, 1855) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)]: IDENTIFICATION, SIMILAR SPECIES AND CURRENT STATUS** 

(Türkiye’de yeni bir istilacı polifag zararlı, kahverengi kokarca [*halyomorpha halys* (stål, 1855) (hemiptera: pentatomidae)]: tanımı, benzer türler ve mevcut durum)

İsmail Oğuz ÖZDEMİR, Celal TUNCER.....58-67

**5. OVERVIEW OF DEEP LEARNING METHODS USED IN THE MEDICAL DEVICE INDUSTRY** 

(Tıbbi cihaz sektöründe kullanılan derin öğrenme yöntemlerine genel bakış)

Orhan GÜNDÜZ, Cengiz TEPE, Nurettin ŞENYER, Mehmet Serhat ODABAŞ.....68-74

**6. ARCHITECTURE AND HEALTH** 

(Mimari ve sağlık)

Hasibullah KHAN.....75-80



## İĞDIR İLİ VE İLÇELERİNDEKİ HAYVANSAL ATIKLARIN ÇEVRESEL ETKİLERİ VE YAYILI KİRLİLETİCİ YÜKÜ HESABI

SevtaP TIRINK<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>İğdir Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Çevre Sağlığı Programı, 76000, İğdir, Türkiye

**Özet:** Hızlı nüfus artışı ile hayvansal ürünlere olan talepte de artış söz konusudur. Bu talebi karşılamak için hayvancılık birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de hızla gelişen bir sektör haline gelmiştir. Bu hızlı gelişimle birlikte hayvancılık işletmelerinde daha fazla atık ortaya çıkmış ve doğal çevrenin kendini temizleme mekanizmasının aşılması ile bazı çevresel problemlere yol açmıştır. Hayvan işletmelerinden kaynaklanan atıklar uygun bir şekilde depolanmadığında çevre kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır. Yayılı kirlilik kaynaklarından biri olan bu atıklar yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarını kirleterek kalitelerinin bozulmasına ve kullanılmaz hale gelmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada, İğdir ili ve ilçelerindeki hayvan işletmelerinden kaynaklanan atık miktarı ve bu atıkların meydana getirdiği yayılı kirletici yükü (toplam azot ve toplam fosfor) miktarları belirlenerek çevre kirliliğine olan etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada, 2019 yılına ait İğdir il geneli için büyükbaş hayvan, küçükbaş hayvan ve kümes hayvan sayıları sırasıyla 159926, 1149668 ve 116916 adettir. Bu hayvanların yıllık oluşturduğu yayılı kirletici yükleri toplam azot miktarı 2509,697 ton/ yıl ve toplam fosfor miktarı ise 203,521 ton/ yıl hesaplanmıştır. Ayrıca bu hayvanların yıllık oluşturduğu toplam kuru gübre miktarları büyükbaş hayvan, küçükbaş hayvan ve kümes hayvan için sırasıyla; 256111,494 ton; 47350,916 ton ve 9885,938 ton’dur. Bu atıkların çevre kirliliği oluşturmaması için standartlara uygun bir şekilde kapalı alanlarda biriktirilmeli ve bu atıklara uygulanan kompost yapma, kurutma ve biyogaz üretimi gibi işlemlerin uygulanması ile hem çevre kirliliği önlenmiş hem de ekonomik değer kazanmış olacaktır. Ekonomik potansiyeli yüksek olan bu atıkların kontrol altına alınıp değerlendirilmesi ile sürdürülebilir kalkınmayı destekleyerek ülke ekonomisine de katkı sağlayacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Gübre, Noktasal olmayan kaynak, Kirletici yükü, Yeraltı ve yüzeysel su kirliliği, Küresel ısınma


### Environmental Effects and Diffuse Pollution Load Calculation of Animal Wastes in İğdir Province and Districts

**Abstract:** There has been an increase in the demand for animal products with rapid population growth. In Turkey and in many countries to meet this demand, livestock has become a rapidly growing industry. With this rapid development, more waste has emerged in livestock enterprises and some environmental problems have been caused by overcoming the self-cleaning mechanism of the natural environment. It causes environmental pollution when the wastes from animal enterprises are not stored properly. These wastes, which are one of the diffuse sources of pollution, cause their quality to deteriorate and become unusable by polluting underground and surface water resources. In this study, the amount of waste resulting from animal enterprises in İğdir and its districts and the amount of diffuse pollutant load (total nitrogen and total phosphorus) generated by these wastes were determined and their effects on environmental pollution were evaluated. In the study, the number of cattle, small ruminant and poultry for the province of İğdir for 2019 is 159926, 1149668 and 116916, respectively. The total nitrogen amount of distributed pollutant loads generated by these animals annually is calculated as 2509.697 tons / year and total phosphorus amount is calculated as 203.521 tons / year. In addition, the annual total amount of dry manure produced by these animals for cattle, small ruminant and poultry, respectively; 256111.494 tons, 47350.916 tons and 9885.938 tons. In order to prevent environmental pollution, these wastes should be collected in closed areas in accordance with the standards, and the implementation of processes such as composting, drying and biogas production applied to these wastes will prevent environmental pollution and gain economic value. With controlling and utilizing these wastes with high economic potential, it will also contribute to the national economy by supporting sustainable development.

**Keywords:** Fertilizer, Nonpoint source, Pollutant load, Ground and surface water pollution, Global warming

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): İğdir Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Çevre Sağlığı Programı, 76000, İğdir, Türkiye

E mail: sevtaP.tirink@igdir.edu.tr (S. TIRINK)

SevtaP TIRINK  <https://orcid.org/0000-0003-0123-0054>

**Gönderi:** 16 Aralık 2020

**Received:** December 16, 2020

**Kabul:** 30 Aralık 2020

**Accepted:** December 30, 2020

**Yayınlanma:** 01 Nisan 2021

**Published:** April 01, 2021

**Cite as:** Tirink S. 2021. Environmental effects and diffuse pollution load calculation of animal wastes in İğdir province and districts. BSJ Eng Sci, 4(2): 43-50.

### 1. Giriş

Günümüzde sanayileşme ve hızlı nüfus artışı ile gittikçe artan çevre kirliliği (hava, su ve toprak gibi doğal ortamların bozulması) önemli bir çevresel problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Hayvansal kaynaklı besin maddeleri insanların beslenmesi için gerekli olan önemli

besin kaynaklarından biridir (Kocaman ve ark. 2015). Hızlı nüfus artışı ile bu ürünlere olan talepte de artış söz konusudur. Hayvancılık sektörü birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de hızla gelişen bir sektör haline gelmekte ve hayvancılık işletmelerinde daha fazla atık ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların sağlıksız olarak



depolama uygulamaları nedeniyle gerek yaydıkları kötü koku ve gerekse çoğalmalarına neden oldukları sinek, böcek ve zararlı mikroorganizma gibi olumsuzluklar ile çevre sağlığını tehdit etmektedir (Karaman, 2006).

Hayvancılık işletmelerinden kaynaklanan (HİK) kirlilik, kirliliğin niteliği bakımından endüstriyel ve kentsel kirlilikten farklıdır. Endüstriyel ve kentsel alanlardan kaynaklanan kirlilik noktasal kirletici türünü oluşturmaktadır. Ancak HİK kirlilik türü yayılı kirletici türünde olup daha geniş alanlara yayılmaktadır. Bu kaynakların neden olduğu su kirliliği boyutlarının bilinmesini daha fazla zorlaştırmaktadır (Eleroğlu ve Yıldırım, 2011). Nitekim yayılı kirlilik kaynakları olarak nitelendirilen hayvansal atıklar yer altı sularına veya yüzey sularına karışarak su kaynaklarının kalitesinin bozulmasına ya da kullanılmaz hale gelmesine neden olmaktadır (Aydın ve Derinöz, 2013; Yetiş ve ark., 2018). Hayvan işletmelerinde küçük aile işletmeciliği tarzında (1-5 ve 6-10 büyükbaş hayvan) yapılan yetiştiriciliğin çoğunda uygun gübre depolama alanları bulunmamakta ve katı gübreler gelişmiş güzel bir şekilde açık ortamda biriktirilmekte ve gübrenin sıvı kısmı ise yüzeysel su ortamlarına bilinçsiz bir şekilde tahliye edilerek su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır (Boyacı ve ark., 2011). Bu atıkların taşınım sürecinde su kaynaklarına olan etkilerinde kirleticilerin özellikleri ve miktarlarının yanı sıra toprağın yapısı, arazi örtüsü ve topografya gibi önemli faktörler de söz konusudur (Lenzi ve Di Luzio, 1997; Akdoğan ve ark., 2015). Bu sebepten bu atıklar uygun bir şekilde depolanmadığında yüzeysel su kaynaklarının kirlenmesine ve geçirgen toprak özelliğine sahip arazilerde biriktirilmesiyle ise bu atıkların toprak boyunca aşağılara doğru sızarak yer altı sularına ulaşarak yeraltı su kaynaklarının kirlenmesine sebep olmaktadır (Atılğan ve ark., 2006; Karaman, 2006; Boyacı ve ark., 2011; Yağlı ve Yıldız, 2019).

Ayrıca hayvansal gübreler geleneksel olarak toprak verimliliğini artırmak amacıyla da tarım arazilerinde kullanılmaktadır. Bu atıkların içerisinde yüksek oranda azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi besin elementlerini içermesi bitkiler için gerekli mineralleri sağlamasına, toprağın genel yapısını bitki gelişimi için uygun hale gelmesine, mikroorganizma popülasyonunu değiştirmesine ve toprağın su tutma kapasitesini arttırmasına fayda sağlamaktadır (Konca ve Uzun, 2012). Ancak bu atıkların toprak yüzeyinde bilinçsiz depolanması veya toprağa gereğinden fazla gübre olarak uygulanması bu elementlerin yüzey su kaynaklarına karışmasına ve bu durumda da algilerin gelişmesine ortam hazırlayarak yüzeysel su kaynaklarında ötrofikasyon oluşumuna sebep olabilmektedir. Bu durum yüzeysel su kaynaklarında oksijen seviyesini azaltarak balık stresinin oluşmasına ve ortamdaki balık popülasyonunda azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca gübrenin araziye gereğinden fazla miktarda uygulanması ile topraktaki boşlukların sıkışmasına ve toprak yüzeyinin kabuk bağlamasına yol açarak, toprağın fiziksel özellikleri üzerinde de olumsuz etkileri söz konusu

olabilmektedir (Çayır ve ark., 2012). Ayrıca hayvansal atıkların herhangi bir işleme tabii tutulmadan direkt tarım arazilerine verilmesi ürün kalitesini düşürmekte ve toprak yapısındaki yararlı kullanım özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır (Yağlı ve Yıldız, 2019).

Hayvanlara verilen ilaç uygulamaları ve antibiyotikler hayvanların tedavilerinde kullanılmakta ya da besin amaçlı yetiştirilen hayvanların büyümelerini desteklemesi ve hastalıklara karşı korunması amacıyla da verilmektedir. Bu verilen ilaçların bir kısmı metabolize olabılırken bir kısmı ise dışkı ve idrar yoluyla tekrar atılımları söz konusudur (Konca ve Uzun, 2012; Akdoğan ve ark., 2015). Antibiyotik uygulanmış hayvanların gübresi ile dayanıklı bakteri türleri toprakta, yüzeysel sulara ve yeraltı sularında artarak çevre ve insan sağlığını tehdit edebilmektedir.

Bu atıklar sadece toprak ve su kirliliğine değil aynı zamanda hava kalitesini de olumsuz yönde etkileyerek iklim değişikliğine olumsuz yönde etkileri söz konusudur. Hayvansal gübrelerden atmosfere su buharı (H<sub>2</sub>O), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), amonyak (NH<sub>3</sub>), hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S), karbonmonoksit (CO) ve hidrojen (H<sub>2</sub>) gibi gazların yayılması söz konusudur. Ayrıca bu gübrelerin içerisinde bulunan organik maddelerin anaerobik bakteriler tarafından parçalanmasıyla metan (CH<sub>4</sub>) gazı açığa çıkmaktadır. Buna ilaveten gübre içerisindeki azot (N<sub>2</sub>), nitrifikasyon ve denitrifikasyon süreçlerinde nitroz oksit (N<sub>2</sub>O) oluşumuna neden olmaktadır. Özellikle bu iki gaz, sera gazı emisyonu olarak bilinen önemli kirleticilerdendir. Bu iki gaz hayvansal kaynaklı gübrenin depolanması ve taşınması sırasında oluşmaktadır (IPCC, 1996). Küresel ısınmanın yadsınamaz bir tehlike olduğu şu dönemde, sera gazı emisyonları küresel iklim değişikliği oluşumunda etkili olan gazlardır (Ersoy, 2017). Bu yüzden bu atıkların araziye uygulanıncaya kadar çevre kirliliği yaratmayacak şekilde gerekli tedbirler alınarak korunması gerekmektedir. Hayvan gübresine uygulanan kompost yapma, kurutma ve biyogaz üretimi gibi işlemler çevreye daha az zarar vermesine ve tarlada organik gübre olarak daha etkin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Nihayetinde bu uygulamalarla çevreye yayılan kötü koku azaltılmakta, patojen mikroorganizmalar giderilmekte, gübre ağırlığı ve hacmi bakımından önemli ölçülerde de bir azalma sağlanmaktadır (Karaman, 2006).

Bu çalışmanın amacı, Iğdır ilinde bulunan hayvansal üretimden oluşan atık miktarları ve kirletici yüklerini yani toplam azot (TN) ve toplam fosfor (TP) konsantrasyonlarını belirlemektir. Çalışma kapsamında öncelikle 2019 yılı için Iğdır ilinde bulunan, büyükbaş hayvan (BBH), küçükbaş hayvan (KBH) ve kanatlı hayvan (KH) sayıları tespit edilmiştir. Daha sonra hayvanların oluşturmuş olduğu atıklardan kaynaklanan TN ve TP konsantrasyonları hesaplanmıştır. Daha sonra bu hayvanların günlük oluşturdukları kuru gübre miktarları hesaplanarak çevre kirliliği açısından değerlendirme yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

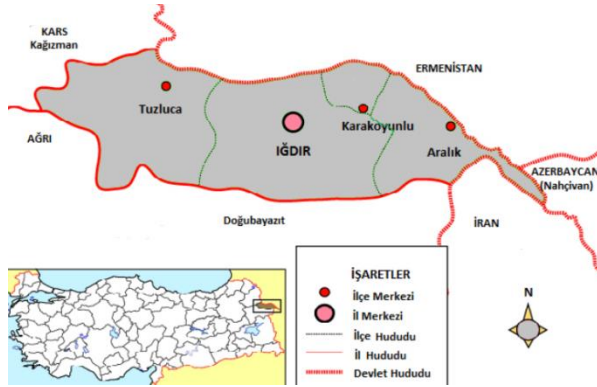
Bu çalışmada, Iğdır ili ve ilçelerindeki hayvan işletmelerinden kaynaklanan atık miktarlarının belirlenmesi amacıyla hayvan sayısı verileri Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) 2019 yılı verileri kullanılmıştır.

### 2.2. Metot

Iğdır ilinin ilçelerine göre hayvan sayısı dağılımı analiz edilmiştir. Hayvansal atıklardan oluşabilecek yayılı kirletici yük miktarları ve kuru gübre miktarları hesaplanmıştır.

#### 2.2.1. Çalışma alanı

Iğdır ili, Türkiyenin üç ülkeye (Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti, İran ve Ermenistan) sınırı olan tek ilidir. Ayrıca Iğdır ili Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde ve Türkiye'nin en doğusunda yer almaktadır. Bu ilin idare alanının doğu ve güneydoğusunda Nahçıvan Özerk Cumhuriyeti ve İran, kuzeyinde Ermenistan, güneyinde Ağrı ili, batı ve kuzeybatısında ise Kars ili yer almaktadır. Yüzölçümü 3588 km<sup>2</sup> ve Iğdır Ovasının ortalama rakımı 800-900 m arasında değişmektedir. Iğdır ilinde 4 ilçe, 7 belde ve 162 köy bulunmaktadır. Bu ilçeler Merkez, Tuzluca, Aralık ve Karaköyünlü ilçeleridir. Şekil 1'de il ve ilçeleri gösteren harita verilmiştir.



Şekil 1. Iğdır ili ve ilçeleri (Kaya, 2015).

Iğdır ili ve çevresi Türkiye ve Doğu Anadolu ölçüsünde kendine özgü iklim özellikleri ile yöresel klima alanı içine girmektedir. Iğdır ili, yaz mevsiminde sıcak ve kurak, kış mevsiminde ılıman bir iklime sahiptir (ÇŞB, 2019). İlin

tarımsal arazi potansiyeli 970475 hektardır (TOB, 2020). Tarım ve hayvancılık bölgenin temel geçim kaynağını oluşturmaktadır.

#### 2.2.2. Çalışmada kullanılan kabuller

Hayvansal gübre üretimi ve ortama yayılan N ve P birim yükleri bu hayvanların beslenme alışkanlıklarına ve besin türüne, su içme sıklığına göre çok değişkenlik gösterebilmektedir (ÇŞB, 2016; Kocabay, 2019). Iğdır ili ve ilçelerindeki hayvansal atık kaynaklı yayılı kirletici miktarlarının hesaplanabilmesi için literatürden yararlanarak bazı kabuller kullanılmıştır. Yayılı kirleticilerden kaynaklanan tahmini birim yükler literatürde öngörülen değerler doğrultusunda Tablo 1'de verilmiştir (Yontar, 2009; Biçer, 2011; ÇŞB, 2016; Derin ve ark., 2018). Iğdır iline ait hayvansal atıklardan kaynaklanan toplam yayılı kirletici miktarı aşağıdaki denklem (eşitlik 1) ile hesaplanmıştır.

$$Q_T = Q_{YK} * A_{CH} * Y_U * 365/1000 \quad (1)$$

Burada  $Q_T$  yıllık oluşacak yayılı kirletici yükü (kg/hayvan sayısı/yıl),  $Q_{YK}$  günlük kirletici türüne göre değişen yayılı kirletici yükü (kg/ton hayvan sayısı/gün),  $A_{CH}$  hayvan türüne göre canlı hayvan ağırlığı (kg); literatürde bu değer BBH için 500 kg, KBH için 45 kg ve KH için 2 kg alınmıştır. Tablo 1'deki kabuller literatürde bu canlı ağırlıklarına göre hayvan başına oluşacak yıllık N ve P miktarları kullanılarak elde edilmiştir.

$Y_U$  yayılı kirleticilerin alıcı ortama ulaşma yüzdesi, N için %15, P için % 5'inin alıcı ortama ulaşabileceği kabul edilerek hesaplar yapılmıştır (ÇŞB, 2016). Bu değer N ve P taşınım süreçleri ile kaybolacağı düşünülerek belirlenmektedir. TN yükü hesabı (eşitlik 2);

$$Q_{TN} = Q_T * N_{CH}/1000 \quad (2)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada  $Q_{TN}$  yıllık oluşacak toplam azot yükü (kg/yıl) ve  $N_{CH}$  canlı hayvan sayısını (adet) göstermektedir.

TP yükü hesabı (eşitlik 3);

$$Q_{TP} = Q_T * P_{CH}/1000 \quad (3)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada  $Q_{TP}$  yıllık oluşacak TP yükünü (kg/yıl) göstermektedir.

Tablo 1. Hayvan cinslerine göre yayılı kirletici yük kabulleri

Yayılı Yük Katsayıları		BBH	KBH	KH
TN	$Q_{YK}$ (kg/ton hayvan sayısı/gün)	0,3	0,42	0,52
	$Y_U$ (%)	15	15	15
	$Q_T$ (kg/hayvan sayısı/yıl)	8,213	1,035	0,057
TP	$Q_{YK}$ (kg/ton hayvan sayısı/gün)	0,1	0,06	0,22
	$Y_U$ (%)	5	5	5
	$Q_T$ (kg/hayvan sayısı/yıl)	0,913	0,049	0,008

BBH= büyükbaş hayvan, KBH= küçükbaş hayvan, KH= kanatlı hayvan

Iğdır ili ve ilçelerindeki hayvansal kaynaklı oluşabilecek yayılı kirletici yükleri hesaplandıktan sonra, bu ilde toplanabilecek kuru gübre miktarları hesaplanmıştır. Bu

gübre miktarın hesaplanabilmesi için literatürden yararlanarak bazı kabuller kullanılmıştır. Bu kabullerin Tablo 2'de literatürde öngörülen değer aralıkları



verilmiştir (Köttner, 2002; Omer ve Fadalla, 2003; Koçer ve ark., 2006; Avcıoğlu ve ark., 2013; Aktaş ve ark., 2015; Ilgar, 2016; Salıhoğlu ve ark., 2019). Iğdır iline ait hayvansal atıklardan kaynaklanan toplam gübre miktarı aşağıdaki denklem (eşitlik 4) ile hesaplanmıştır.

$$T_{YGM} = A_{CH} * Y_{CHA} \quad (4)$$

Burada  $T_{YGM}$  toplam yaş gübre miktarı (kg/gün hayvan),  $A_{CH}$  hayvan türüne göre canlı hayvan ağırlığı (kg); literatürde bu değer BBH için 135-800 kg arasında, KBH için 30-75 kg arasında ve KH için 1,5-12 kg arasında alınmıştır.  $Y_{CHA}$  hayvan türüne göre canlı hayvan ağırlığının yüzdesi (%); literatürde bu değer BBH için %5-6, KBH için %4-5 ve KH için %3-4 arasında alınmıştır.

Hayvanlarda yaş gübre miktarı hayvanın kilosuna, cinsine, yaşına, cinsiyetine, beslenme türüne ve bulunduğu bölgenin iklim koşullarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Ancak bu çalışmada Eşitlik 1 ve literatür değerleri dikkate alınarak yaş gübre üretim miktarı BBH için 27 kg/gün, KBH için 2,48 kg/gün ve KH

için 0,26 kg/gün olacağı kabul edilmiştir. Hayvan barınaklarında toplanan yaş gübre miktarının hesabı için hayvanların barınakta kalma süreleri dikkate alınarak yaş gübre miktarı hesabı yapılır. Toplam kullanılabilir kuru gübre miktarı (eşitlik 5);

$$T_{GM} = T_{YGM} * Y_{KG} * Y_{KM} \quad (5)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada  $T_{GM}$  toplam kullanılabilir kuru gübre miktarı (ton/gün),  $Y_{KG}$  hayvan türüne göre kullanılabilir gübre (%) oranıdır. Bu değer BBH için %65, KBH için %13 ve KH için %99 alınmıştır.  $Y_{KM}$  hayvan türüne göre değişen hayvansal atıklardaki kuru madde (%) oranıdır. Bu değer çalışmada, BBH için %15, KBH için %33 ve KH için %50 alınmıştır. Yıllık toplam kuru gübre miktarı (eşitlik 6);

$$T_{YGP} = T_{KYGM} * N_{CH} * 365/1000 \quad (6)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte  $N_{CH}$  hayvan sayısıdır.

**Tablo 2.** Hayvan cinslerine göre atık oluşum kabulleri

Kabul Parametreleri	BBH	KBH	KH
Canlı Hayvan Ağırlığı (kg)	135-800	30-75	1,5-12
Yaş Gübre Oluşumu (%)	5-6	4-5	3-4
Yaş Gübre miktarı (kg/gün)	6-48	1,2-3,75	0,045-0,48
Kullanılabilirlik (%)	25-65	13	99
Kuru Madde İçeriği (%)	5-25	30-36	10-90

BBH= büyükbaş hayvan, KBH= küçükbaş hayvan, KH= kanatlı hayvan

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında öncelikle 2019 yılı için Iğdır ilinde bulunan, canlı BBH, KBH ve KH sayıları TÜİK verilerine

göre tespit edilmiştir. Tablo 3 ve Şekil 2'de görüldüğü gibi Iğdır ilinde, BBH varlığının en fazla olduğu ilçe 73265 adet ve %46'luk oran ile Merkez ilçesidir.

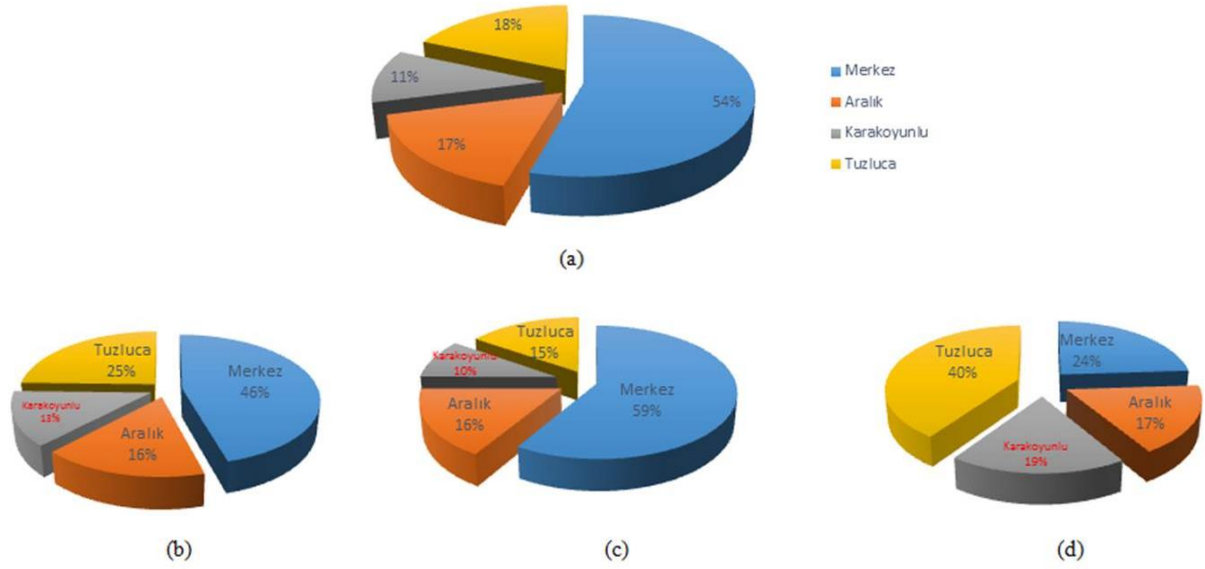
**Tablo 3.** 2019 yılına ait Iğdır genelindeki canlı hayvan sayıları

İlçe Adı	Hayvan Sayısı			Toplam
	BBH	KBH	KH	
Merkez	73265	673596	28025	774886
Aralık	26003	189600	20190	235793
Karakoyunlu	21341	110340	21541	153222
Tuzluca	39317	176132	47160	262609
Toplam	159926	1149668	116916	1426510

BBH= büyükbaş hayvan, KBH= küçükbaş hayvan, KH= kanatlı hayvan

BBH varlığının en az olduğu ilçe ise 21341 adet ve %13'lük oran ile Karakoyunlu ilçesidir. Bu ilde, KBH varlığının en fazla olduğu ilçe 673596 adet ve %59'luk oran ile Merkez ilçesidir. KBH varlığının en az olduğu ilçe ise 21541 adet ve %10'lük oran ile Karakoyunlu ilçesidir. Ayrıca bu ilde, KH varlığının en fazla olduğu ilçe 47160 adet ve %40'luk oran ile Merkez ilçesidir. KH varlığının en az olduğu ilçe ise 20190 adet ve %17'lik oran ile

Karakoyunlu ilçesidir. Iğdır ili ve ilçelerindeki hayvan sayıları incelendiğinde KBH yetiştiriciliğinin daha yüksek orana sahip olduğu görülmektedir. Iğdır ildeki hayvan sayılarının hesaplanmasının ardından hayvancılık faaliyetleri sonucu oluşan yayılı kirletici yükleri hesaplanmıştır. Hesaplanan kirletici yükleri Tablo 4'te verilmiştir.



Şekil 2. Iğdır ili ilçelerine göre toplam hayvan sayısı dağılımları (a) Toplam hayvan sayılarına göre, (b) BBH sayılarına göre, (c) KBH sayılarına göre.

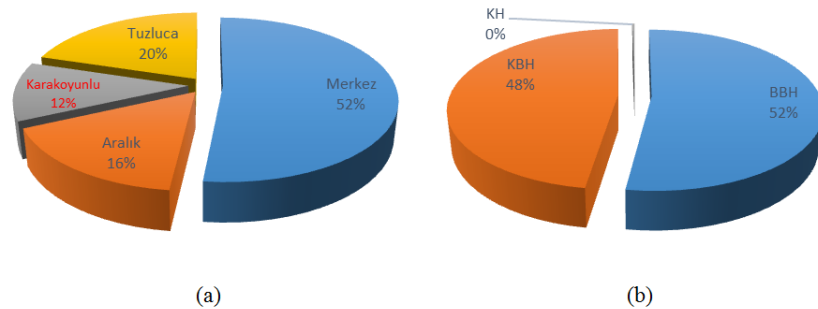
Tablo 4. Iğdır ili ve ilçelerine ait BBH, KBH ve KH atık kaynaklı yayılı kirletici yükleri

İlçe Adı	Hayvan Cinsi	TN Yüğü $Q_{TN}$ (ton/yıl)	Toplam	TP Yüğü $Q_{TP}$ (ton/yıl)	Toplam
Merkez	BBH	601,689	1300,305	66,854	100,271
	KBH	697,020		33,191	
	KH	1,596		0,225	
Aralık	BBH	213,550	410,893	23,728	33,232
	KBH	196,193		9,343	
	KH	1,150		0,162	
Karakoyunlu	BBH	175,263	290,667	19,474	25,084
	KBH	114,177		5,437	
	KH	1,227		0,173	
Tuzluca	BBH	322,891	507,833	35,877	44,934
	KBH	182,257		8,679	
	KH	2,685		0,379	
Toplam			2509,697		203,521

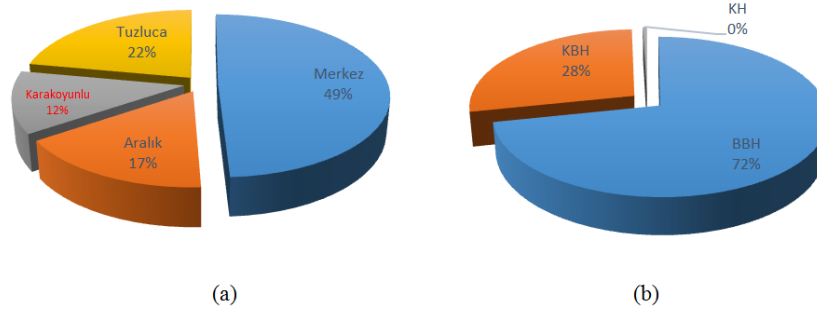
BBH= büyükbaş hayvan, KBH= küçükbaş hayvan, KH= kanatlı hayvan

Iğdır ili hayvancılık kaynaklı TN yükü ilçeler bazında dağılımı Şekil 3 (a)'da ve hayvan türlerine göre dağılımı ise Şekil 3 (b)'de gösterilmektedir. Ayrıca il genelinde hesaplanan TP yükü ilçelere göre dağılımı Şekil 4 (a)'da ve hayvan türlerine göre dağılımı ise Şekil 4 (b)'de

gösterilmektedir. Yayılı kirleticilerden TN yükünün en fazla olduğu ilçe Merkez ilçesi 1300,305 ton/yıl (%52) ve en az olduğu ilçe ise Karakoyunlu ilçesi 290667 ton/yıl (%12)'dir.



Şekil 3. Iğdır ili genel hayvancılık kaynaklı TN yükü (a) İl ve ilçelere göre dağılımı ve (b) Hayvan türlerine göre dağılımı



Şekil 4. Iğdır ili geneli hayvancılık kaynaklı TP yükü (a) İl ve ilçelere göre dağılımı ve (b) Hayvan türlerine göre dağılımı

İl genelinde hayvan türlerine göre BBH, KBH ve KH kaynaklı yıllık TP yükü oluşumu incelendiğinde sırasıyla; 1313,392 ton, 1189,648 ton ve 6,657 ton oluştuğu hesaplanmıştır. Ayrıca TP yükünün en fazla olduğu ilçe Merkez ilçesi 100,271 ton/yıl (%49) ve en az olduğu ilçe ise Karakoyunlu ilçesi 25,084 ton/yıl (%12)'dir. İl genelinde hayvan türlerine göre BBH, KBH ve KH kaynaklı yıllık TP yükü oluşumu incelendiğinde sırasıyla; 145,932 ton, 56,6 ton ve 0,939 ton oluştuğu

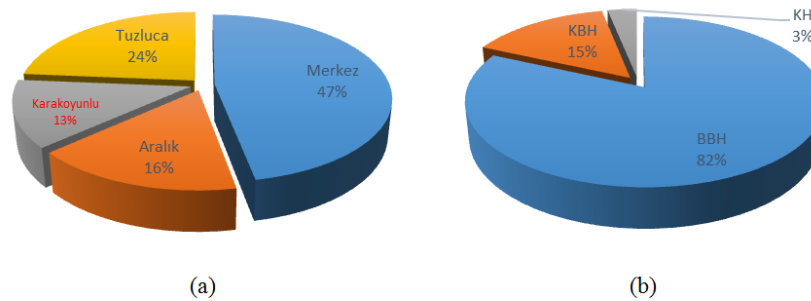
hesaplanmıştır.

İldeki hayvansal atıklardan kaynaklanan yayılı kirletici yükünün hesaplanmasının ardından hayvansal atıklardan oluşabilecek kuru gübre miktarları hesaplanmıştır. Hesaplanan kuru gübre miktarları Tablo 5'te ve kuru gübre dağılımı Şekil 5'te verilmiştir. Yıllık hayvansal atık olarak meydana gelen kuru gübre miktarı toplamı 313348,347 ton olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5. Iğdır ili ve ilçelerine ait BBH, KBH ve KH atıklarından elde edilecek gübre miktarı

İlçe Adı	Hayvan Cinsi	Toplam Kuru Gübre Miktarı (ton/yıl)	Toplam
Merkez	BBH	117329,318	147442,127
	KBH	27743,129	
	KH	2369,679	
Aralık	BBH	41642,179	51158,342
	KBH	7808,979	
	KH	1707,184	
Karakoyunlu	BBH	34176,278	40542,226
	KBH	4544,529	
	KH	1821,419	
Tuzluca	BBH	62963,718	74205,653
	KBH	7254,278	
	KH	3987,656	
Toplam			313348,347

BBH= büyükbaş hayvan, KBH= küçükbaş hayvan, KH= kanatlı hayvan



Şekil 5. Iğdır ili geneli hayvancılık kaynaklı kuru gübre oluşumu (a) İl ve ilçelere göre dağılımı ve (b) Hayvan türlerine göre dağılımı

Şekil 4 (a)'da görüldüğü gibi Iğdır ili genelinde oluşan toplam kuru gübre miktarı %82 oranında BBH kaynaklıdır. Iğdır ili geneli hayvansal kaynaklı atığın en fazla olduğu ilçe Merkez ilçesi 147442,127 ton/yıl (%47)'dir.

Hayvansal kaynaklı yıllık oluşabilecek yayılı kirletici

türleri TN 250,9697 ton ve TP ise 203,521 ton'dur. Bu kadar yüksek kirlilik yüküne sahip kirleticilerin yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarının kirletmemesi için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca Iğdır ilinde 313348,347 ton kuru gübre oluşmaktadır. Ticari değeri olan hayvansal atıkların uygun bir şekilde depolanıp

değerlendirilmesi ile hem yerel ekonomiye hem de ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

## 4. Sonuç

Kirletici maddelerin taşınım süreçleri ve miktarlarının belirlenmesi yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarına olan çevresel etkileri değerlendirmek için önemlidir. Nihayetinde çevre kirlenmesini kontrol etme ve su yönetimi uygulamalarını geliştirmede kirleticilerin taşınım süreçlerinin belirlenmesini mümkün kılmaktadırlar (Akdoğan ve ark., 2015). Günümüzde hızlı nüfus artışı ile birlikte su kaynaklarına giderek artan talepler doğrultusunda ve küresel ısınma ile birlikte yüzeysel su kaynaklarındaki azalmanın getirmiş olduğu problemlerle bu kaynakların korunmasını önemli kılmaktadır. Bu açıdan tarımsal faaliyetlerin yayılı kirliliğin oluşumunda baskın bir rol oynaması bu kaynaklardan oluşan kirliliğin önlenmesini zorunlu hale getirmektedir. Bu hususta çalışmada 2019 yılı için Iğdır ilindeki canlı hayvan sayılarından yola çıkarak yayılı kirletici yükleri ve toplan kuru gübre miktarları hesaplanmıştır. Iğdır ili 2019 yılı toplam 1426510 adet canlı hayvandan (%81 BBH, %11 KBH ve %8 KH) oluşan hayvansal kaynaklı yayılı kirletici yükleri TN ve TP miktarları sırasıyla; 2509,697 ton/yıl ve 203,521 ton/yıl oluşabileceği, hayvansal kaynaklı yıllık 313348,347 ton kuru gübre elde edilebileceği hesaplanmıştır. Bu atıkların çevre kirliliği oluşturmaması için standartlara uygun bir şekilde tasarlanmış sızdırmaz ve kapalı ortamlarda biriktirilmesi gerekmektedir. Bu açıdan bu atıkların meydana getirdiği çevresel problemleri azaltabilmek ya da engelleyebilmek için bu atıklara biyogaz üretimi, kompost yapma, havalandırma ve kurutma gibi işlemler uygulanabilir ve bu sayede sürdürülebilir kalkınmayı destekleyecek uygulamalar ile değerlendirilebilecektir.

## Katkı Oranı Beyanı

Tüm görevler tek yazar tarafından yapılmıştır.

## Çatışma Beyanı

Yazar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

## Kaynaklar

- Akdoğan Z, Küçükdoğan A, Güven B. 2015. Yayılı kirleticilerin havzalardaki taşınım süreçleri: Antibiyotikler, ağır metaller ve besi maddeleri üzerine modelleme yaklaşımları. *Marmara Fen Bilim Derg*, 27(1): 21-31.
- Aktaş T, Betül Ö, Soyak G, Ertürk M. C. 2015. Tekirdağ ili'nde hayvansal atık kaynaklı biyogazdan elektrik üretim potansiyelinin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilim Derg*, 11(1): 69-74.
- Atılğan A, Erkan M, Saltuk B, Alagöz T. 2006. Akdeniz Bölgesindeki hayvancılık işletmelerinde gübrenin yarattığı çevre kirliliği. *Ekoloji*, 15(58): 1-7.
- Avcıoğlu A, Çolak A, Türker U. 2013. Türkiye'nin tavuk atıklarından biyogaz potansiyeli. *Tekirdağ Zir Fak Derg*, 10(1): 21-28.
- Aydın İ, Derinöz B. 2013. Balıkesir merkez ilçede ticari süt

- hayvancılığın çevresel etkileri. *Marmara Coğrafya Derg*, 28: 117-138.
- Biçer, C. A. 2011. Göl Alt Havzaları Bazında Yayılı Kaynaklardan Oluşan N ve P Yükünün Tahmini: Burdur Havzası Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, pp. 102.
- Boyacı S, Akyüz A, Kükürtcü M. 2011. Büyükbaş hayvan barınaklarında gübrenin yarattığı çevre kirliliği ve çözüm olanakları. *Inter J Agri Nat Sci*, 4(1): 49-55.
- Çayır M, Atılğan A, Hasan Ö. 2012. Büyükbaş hayvan barınaklarındaki gübrelikler ve su kaynaklarına olan durumlarının incelenmesi. *Isparta Uygulamalı Bilim Univ Zir Fak Derg*, 7(2): 1-9.
- ÇŞB. 2016. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Büyük Menderes Havzası kirlilik önleme eylem planı.
- ÇŞB. 2019. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Iğdır İli 2018 Yılı çevre durum raporu.
- Derin P, Yetiş A D, Yeşilnacar M İ, Yetiş R. 2019. mardin merkez ve ilçeleri için anropojenik yayılı kirletici kaynaklarından hayvansal kirlilik yükünün belirlenmesi. 72. Uluslararası Katılımlı 72. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 28 Ocak-01 Şubat 2019, Ankara, Türkiye, p. 694-698.
- Eleroğlu H, Yıldırım A. 2011. Tavukçuluk katı atıklarının tavuk gübresine işlenerek çevre kirliliğinin azaltılması. *Katı Atık ve Çevre*, 84: 34-43.
- Ersoy A E. 2017. Türkiye'nin hayvansal gübre kaynaklı sera gazı emisyonları durumu ve biyogaz enerjisi potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, pp. 86.
- İlgar R. 2016. Hayvan varlığına göre çanak kale biyogaz potansiyelinin tespitine yönelik bir çalışma. *Doğu Coğrafya Derg*, 20(35): 89-106.
- IPCC. 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, 4: 1-20.
- Karaman S. 2006. Hayvansal üretimden kaynaklanan çevre sorunları ve çözüm olanakları. *KSÜ Fen Müh Derg*, 9(2): 133-139.
- Kaya F. 2015. Iğdır İli'nin idari coğrafya analizi. *J Inter Soc Res*, 8(41): 703-716.
- Kocabey S. 2019. Balıkesir ili için hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim Teknoloji Derg*, 17: 234-243.
- Kocaman İ, İstanbulluoğlu A, Kurç H C, Öztürk G. 2015. Edirne-Uzunköprü yöresindeki tarımsal işletmelerde ortaya çıkan hayvansal atıkların oluşturduğu çevresel sorunların belirlenmesi. *J Tekirdağ Agri Faculty*, 12(2): 92-98.
- Koçer NN, Öner C, Sugözü İ. 2006. Türkiye'de hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi. *Fırat Üniv Doğu Araş Derg*, 4(2): 17-20.
- Konca Y, Uzun O. 2012. Hayvansal gübrelerin toprak ve çevre üzerine olan etkileri. Paper presented at the 4th Congress of Soil Scientists of Azerbaijan, 23-25 Mayıs, Bakü, Azerbaijan.
- Köttner M. 2002. Dry fermentation – a new method for biological treatment in ecological sanitation systems (ECOSAN) for biogas and fertilizer production from stackable biomass suitable for semiarid climates. In: Third International Conference and Exhibition on Integrated Environmental Management in Southern Africa. Johannesburg, South Africa, August 27-30, 2002, pp. 16.
- Lenzi M ve Di Luzio M. 1997. Surface runoff, soil erosion and water quality modelling in the Alpone watershed using AGNPS integrated with a Geographic Information System. *European Journal of Agronomy*, 6(1-2): 1-14.
- Omer A ve Fadalla Y. 2003. Biogas energy technology in Sudan. *Renewable Energy*, 28(3): 499-507.

- Salihođlu N K, Teksoy A, Altan K. 2019. Büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıklarından biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesi: Balıkesir ili örneği. Ömer Halisdemir Üniv Mühendislik Bilimleri Derg, 8(1):31-47.
- TOB. 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı İğdir Tarımsal Yatırım Rehberi. URL: [https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il\\_ya\\_tirim\\_rehberleri/igdir.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_ya_tirim_rehberleri/igdir.pdf), (erişim tarihi: 10 Aralık 2020).
- Yağlı H ve Yıldız K. 2019. Hayvan gübresinden biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesi: Adana ili örnek hesaplama. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Derg, 34(3): 35-48.
- Yetiş A D, Teke R B, Yetiş R. 2018. Muş merkez ve ilçelerinin hayvansal kaynaklı kirlilik yükü hesabı. 6th International GAP Engineering Conference – GAP2018, p. 527-532.
- Yontar B. 2009. Aras Havzası'nda yayılı kirletici kaynakların belirlenmesi ve yönetim önerileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, pp.116.



## TÜRKİYE FINDIK BAHÇELERİNDE YENİ BİR ZARARLI TÜR; MEYVE PİS KOKULU BÖCEĞİ, *APODIPHUS AMYGDALI* (GERMAR, 1817) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)

İsmail Oğuz ÖZDEMİR<sup>1\*</sup>, Celal TUNCER<sup>1</sup>, Mansur ULUCA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139 Samsun, Türkiye

<sup>2</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bitki Sağlığı Bölümü, 55320, Tekkeköy, Samsun, Türkiye

**Özet:** Bu çalışmada son yıllarda Türkiye fındık bahçelerinde gözlenen ve yeni bir zararlı tür olan meyve pis kokulu böceği, *Apodiphus amygdali* (Hemiptera: Pentatomidae) ele alınmıştır. Zararlı polifag bir tür olup ülkemizdeki varlığı uzun zamandan beri bilinmektedir. Ülkemizin pek çok yerinde bulunmasının yanı sıra zararlının ergin ve nimfleri birçok meyve bahçesinde ve orman bitkisinde zarar oluşturmaktadır. Bu pis kokulu böcek türünün dünyada ve ülkemizde badem ve antepfıstığında zararlı bir tür olduğu bildirilmesine rağmen, fındık faunasında zararlıya dair hiçbir kayıt mevcut değildir. Çalışma 2019-2020 yıllarında yapılan deney ve gözlemlere dayanmaktadır. *A. amygdali*, Samsun'da farklı fındık bahçelerinde yapılan sürveylerde saptanmış ve örnekler laboratuvarında teşhis edilmiştir. Sonuç olarak, *A. amygdali*'nin fındıkta yeni bir zararlı tür olması nedeni ile daha sonra yapılacak çalışmalara yardımcı olmak üzere tanımı, yayılışı, konukçuları, zararı ve biyolojisi ortaya konulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** *Apodiphus amygdali*, Fındık, Pis kokulu böcek


### A New Pest Species in Turkish Hazelnut Orchards; The Fruit Trees Stink Bug *Apodiphus amygdali* (Germar, 1817) (Hemiptera: Pentatomidae)


**Abstract:** In this study, a new insect pest species, the Fruit Trees Stink Bug, *Apodiphus Amygdali* (Hemiptera: Pentatomidae), occurred in hazelnut orchards of Turkey in recent years were discussed. It is a harmful polyphagous species and its existence in our country has been known for a long time. In addition to its presence in many regions of Turkey, the adults and nymphs of the pest cause damage to many orchards and forest plants. Although it is reported to be a harmful species in shelled nuts such as almond and pistachio in the world and in Turkey, there is no record of this pest in the hazelnut fauna. The study is based on experiments and observations carried out in the years of 2019-2020. *A. amygdali* were collected in different orchards during surveys in Samsun hazelnut orchards and were identified in the laboratory. As a result, since *A. amygdali* is a new pest species in hazelnut, its description, distribution and hosts, damage and biology was given in order to help future studies.


**Keywords:** *Apodiphus amygdali*, Hazelnut, Stink bug

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139 Samsun, Türkiye

E mail: oguz.ozdemir@omu.edu.tr (İ.O. ÖZDEMİR)

İsmail Oğuz ÖZDEMİR  <https://orcid.org/0000-0001-9095-2109>

Celal TUNCER  <https://orcid.org/0000-0002-9014-8003>

Mansur ULUCA  <https://orcid.org/0000-0001-9805-6464>

**Gönderi:** 01 Ocak 2021

**Received:** January 01, 2021

**Kabul:** 16 Ocak 2021

**Accepted:** January 16, 2021

**Yayınlanma:** 01 Nisan 2021

**Published:** April 01, 2021

**Cite as:** Özdemir İO, Tuncer C, Uluca M. 2021. A new pest species in Turkish hazelnut orchards; the fruit trees stink bug *Apodiphus amygdali* (Germar, 1817) (Hemiptera: Pentatomidae). BSJ Eng Sci, 4(2): 51-54.

### 1. Giriş

Anavatanı Türkiye olan fındık, dünyadaki en önemli kabuklu meyvelerden birisidir (FAO, 2020). Ülkemiz 728 bin hektar alandan yıllık ortalama 515 bin ton fındık verimi ile dünyanın en büyük üreticisi (~%66) olmasının yanı sıra global fındık ihracatının %75'ini tek başına gerçekleştirmektedir. Bu ihracat geliri ile fındık, 500.000 fındık üreticisi ailenin geçimine doğrudan etki etmekte ve ülke ekonomisi için önemli bir katma değer sağlamaktadır (Hekimoğlu ve Altındağ, 2019).

Ülkemiz fındık üreten ülkeler içerisinde lider olmasına rağmen, diğer üretici ülkelere göre birim alandan elde edilen verim daha düşüktür. Bu duruma, coğrafik ve tarımsal nedenlerle birlikte zararlılar da önemli bir etki etmektedir. Ülkemizde fındık bahçelerinde 16 böcek türü

yıllara ve bölgelere göre önemli ekonomik zararlara sebep olmaktadır (Tuncer ve Ecevit, 1996; Tuncer ve ark., 2017). Bu zararlılar içerisinde pis kokulu (sokucu emici) böcekler (Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae ve Acanthosomatidae) verim ve kalitede önemli kayıplara neden olması sebebiyle kayda değer bir yer tutmaktadır. Ülkemiz fındık bahçelerinde yapılan araştırmalar sonucunda, başta *Palomena prasina* L. ve *Gonocerus acuteangulatus* (Goeze) olmak üzere 17 sokucu emici böcek türünün varlığı tespit edilmiştir (Tavella ve ark., 1996; Tavella ve ark., 2001; Tuncer ve ark., 2005). Bu zararlıların ergin ve nimfleri, erken dönemde karanfilleri sokup emmesi sonucu fındığın dökülmesine; fındığın kabuk gelişim döneminde beslenmesi ile "Sarıkaramuk" ve "Karakaramuk" zararına; fındık iç



başlamaya başladıktan sonra gerçekleşen emgi sonucu ise "Buruşuk iç" ve "Lekeli iç" zararına sebep olmaktadır (Tuncer ve Saruhan, 2001; Tuncer ve ark., 2005; Saruhan ve Tuncer, 2010). Özellikle lekeli iç zararı fındığın kalitesini önemli derecede azaltmakta ve ihracat için ciddi bir sorun teşkil etmektedir (Saruhan ve Tuncer 2010; Ak ve ark., 2018). Tuncer ve ark., (2005) tarafından ülkemiz fındık üretim alanlarında yürütülen 5 yıllık bir çalışma sonucunda lekeli iç zararı %20 olarak belirlenmiştir. Son yıllarda, Ak ve ark., (2018) tarafından 15 ilde 3 yıl boyunca gerçekleştirilen çalışma sonucunda ise lekeli iç oranının ortalama %7,44 olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, bu sonuçlar pis kokulu böceklerin fındık üretiminde ekonomik açıdan ne kadar önemli zararlılar olduğunu ifade etmektedir.

Polifag bir tür olan ve meyve pis kokulu böceği olarak anılan *Apodiphus amygdali* (Hemiptera: Pentatomidae)'nin ülkemizdeki varlığı uzun zamandan beri bilinmekte (Lodos, 1986) ve ülkemizin pek çok yerinde bulunmasının yanı sıra zararlının ergin ve nimfleri birçok meyve bahçesinde ve orman bitkisinde zarar oluşturmaktadır (Muhammed, 1994; Muhammed, 2010; Schuh ve Slater, 1995; Mehrnejad, 2001; Bolu ve ark., 2006). Bu pis kokulu böcek türünün dünyada ve ülkemizde kabuklu meyvelerden olan badem ve antepfıstığında zararlı bir tür olduğu bildirilmesine rağmen (Lodos, 1986; Mehrnejad, 2001; Bolu ve ark., 2006), fındık faunasında zararlıya dair hiçbir kayıt mevcut değildir. Son yıllarda, Samsun fındık bahçelerinde yapılan gözlemler sonucunda, *A. amygdali*'nin fındık üretimi için yeni bir zararlı tür olması nedeni ile bu çalışmada ele alınarak daha sonra yapılacak çalışmalara yardımcı olmak üzere bu zararlının yayılışı ve konukçuları, zararı ve biyolojisi ortaya konulmuştur.

## 2. Materyal ve Yöntem

Samsun ilinin Atakum (lokasyonlar: 41,403057° 36,097749°; 41.412114° 36.081217°; 41.372868° 36,017029°) ve Çarşamba (lokasyonlar: 41,091618° 36,615768°; 41,0925378° 36,6109461°) ilçelerinde 2019 Mayıs ve 2020 Haziran aylarında gerçekleştirilen sürveylerde 5 farklı fındık bahçesinden 19 ergin böcek (12 ♀ ve 7 ♂) toplanmış ve saklama kutularına koyularak Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji Laboratuvarına getirilmiştir. Böceklerin teşhisler tarafımızca Dursun (2004)'den faydalanarak yapılmıştır. Ayrıca, bu makalede kullanılan böceğin fotoğrafları, OLYMPUS SZX 16 stereomikroskop ve Stream Basic 1.9 yazılımı ile OLYMPUS DP72 kamera ile tarafımızca çekilmiş ve daha iyi bir alan derinliği sağlamak ve fotoğrafları birleştirmek için Helicon Focus 6.2.2 ve Helicon Filter 5.4 yazılımları kullanılmıştır.

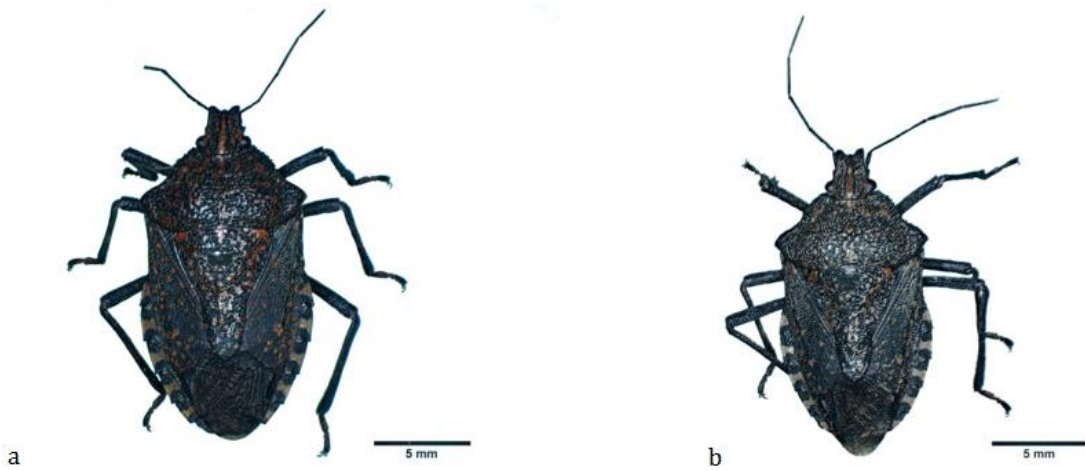
## 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, son yıllarda Samsun fındık bahçelerinde yürütülen sürveylerde ortaya çıkan yeni böcek türünün *A. amygdali* olduğu belirlenmiştir. Bu tür, ülkemizde pek çok farklı bitkide bulunmasına rağmen, bu çalışma fındıkta zararlı için ilk kayıt niteliği taşımaktadır.

### 3.1. Meyve Pis Kokulu Böceği, *Apodiphus amygdali* (Germar, 1817) (Hemiptera: Pentatomidae)

#### 3.1.1. Tanımı

Erginler 17,5-19,8 mm boyutunda olup baş ve bütün vücut siyah, kahverengimsi ve sık porlara sahiptir (Şekil 1). Başın orta kısmı beyazımsı sarı renkte, antenler siyah ve eklem yerleri sarımsı kahverengidir (Şekil 2a, b). Dişide abdomenin apikali küt erkekte ise daha sivri bir durumdadır (Şekil 1). Pronotumun kenarları testere şeklinde ve connexivum beyazımsı sarı renkte kenarları siyah lekeli. Ön kanatların membran kısmı kahverengidir (Şekil 2a, c) (Dursun, 2004).



Şekil 1. *Apodiphus amygdali*'nin dişisi (a) ve erkeği (b).



Şekil 2. *Apodiphus amygdali*'nin başı ve pronotumu (a), anteni (b) ve connexivum ve membran kısmı (c).

### 3.2.1. Yayılışı ve konukçuları

*A. amygdali*, Avrupa, İsrail ve İran'a kadar yayılış göstermekte ve ülkemizin ise birçok bölgesinde bulunmasına rağmen daha çok Batı Anadolu ve Marmara'da yayılış göstermektedir (Lodos, 1986; Muhammed, 1994). Zararlıının konukçuları arasında erik (*Prunus domestica*), kayısı (*Prunus armeniaca*), elma (*Malus domestica*), zeytin (*Olea europaea*), armut (*Pyrus communis*), badem (*Prunus dulcis*), antepfıstığı (*Pistacia vera*) ve ceviz (*Juglans regia*) başta olmak üzere birçok meyvenin yanı sıra kavak (*Populus sp.*), çam (*Pinus sp.*), çınar (*Platanus sp.*), karaağaç (*Ulmus sp.*) ve söğüt (*Salix sp.*) gibi orman ağaçlarına saldırdığı bildirilmiştir (Muhammed, 1994; Bolu ve ark., 2006). Bunlar arasında böceğin zarar potansiyeli yüksek önemli konukçularının antepfıstığı (İren ve Ahmed, 1973; Mehrnejad, 2001), badem (İren ve Ahmed, 1973; Bolu ve ark., 2006), kayısı (Lodos ve ark., 1978; Öztürk ve Ulusoy, 2003; Öztürk ve ark., 2004; Özgen ve ark., 2005) ve kiraz (Tezcan ve Önder 1999; Tezcan ve Önder 2003; Özgen ve ark., 2005) olduğu bildirilmiştir. Bunun yanı sıra, son yıllarda bu zararlı türün Samsun fındık bahçelerinde bulunduğu belirlenmiştir.

### 3.1.3. Biyolojisi

Kışı ergin dönemde çoğunlukla yaprakların, çöplerin, kayaların, yabancı bitkilerin, ağaç kabuklarının ve diğer kalıntıların altında ve bazen de korunaklı alanlarda çok sayıda toplu halde hareketsiz olarak geçirir (Ehler, 2000; Muhammed, 2010). Erginler Mayıs ayının başında kışlaklardan çıkararak beslenmekte ve çiftleştikten sonra yumurtalarını genellikle 14'lü kümeler halinde yaprakların alt ve üst yüzeyine bırakmaktadır. Yumurtalardan çıkan nimfler, 5 nimf dönemi geçirerek ergin olmaktadır. Zararlıının yılda 2 döl verdiği belirlenmesine (Yousif, 1995; Muhammed, 2010) rağmen, pis kokulu böceklerin döl sayısı, yaşadığı bölgenin ortalama sıcaklık ve fotoperiyot etkisiyle belirlenmekte ve bu sebeple döl sayısının yaşadığı bölgeye göre değişebildiği bilinmektedir (Rice ve ark., 2014; Costi ve ark., 2017).

### 3.1.4. Zararı

Erginler ve nimfler, sokucu emici ağız parçaları sayesinde yapraklardan, gövdeden, meyvelerden ve çiçeklerden bitki özsuğunu emerek beslenirler. Zararlıının meyveler

üzerinden beslenmesi primer zarar olup meyvede nekrotik alanlar oluşturarak kalite ve verim kaybına neden olur (Schuh ve Slater, 1995). Kabuklu meyvelerden birisi olan antepfıstığında *A. amygdali*'nin ergin ve nimfleri diğer pis kokulu böceklerle benzer şekilde sezon boyunca zarar oluşturmaktadır. Erken ilkbahardan hasat zamanına kadar ciddi verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Erken dönemde zararlıının olgun olmayan meyveler üzerinden beslenmesi onların dökülmesine neden olurken, meyve kabuğunun yumuşak olduğu daha sonraki dönemlerde sokup emmesi zuruft ve kabukta nekrotik lezyonlara sebep olmaktadır (Bolkan ve ark., 1984). Kabuk sertleşmeye başladıkça bu zarar düşmektedir. Ancak, nekrotik lezyon antepfıstığı üretiminde en önemli problemlerden birisi olarak görülmektedir. Normal büyüklüğe ulaşan kabukta meyve iç doldurmaya başladığı dönemde böceğin emgisi sonucu şekilsiz iç ve lekeli iç (nekrotik iç) zararı oluşmaktadır. Ayrıca, böcek antepfıstığında bir fungal patojen olan *Nematospora coryli* Peglion'ye vektörlük yapmaktadır (Ershad ve Barkhordary, 1974). Ülkemiz fındık bahçelerinde ise diğer pis kokulu böceklerle benzer şekilde erkende dönemde ve fındığın iç bağlama döneminde (Tuncer ve ark., 2005; Saruhan ve Tuncer, 2010), *A. amygdali*'nin de verim ve kalite kaybına sebep olması kuvvetle muhtemeldir.

## 4. Sonuç

Bu çalışma ile ülkemiz fındık bahçelerinde ilk defa tespit edilen ve zararlı bir tür olan *A. amygdali*'nin açık şekilde kabuklu meyvelerde zarara sebep olduğu önceki çalışmalarda bildirilmiştir. Böcek, ülkemiz fındık bahçelerinde bulunan diğer pis kokulu böcekler gibi verim ve kalitede kayba neden olması kuvvetle muhtemeldir. Bu sebeple, zararlıının ülkemiz fındık bahçelerinde biyolojisinin araştırılması üzerine detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### Katkı Oranı Beyanı

Çalışma İÖÖ ve CT tarafından tasarlandı. Sürveyler İÖÖ ve MU tarafından gerçekleştirildi. Resimler İÖÖ tarafından çekildi. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.



## Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

## Kaynaklar

- Ak K, Tuncer C, Baltacı A, Eser U, Saruhan İ. 2018. Incidence and severity of stink bugs damage on kernels in Turkish hazelnut orchards. *Acta Horticult*, 1226: 407-412.
- Bolkan H, Ogawa J, Rice R, Bostock R, Crane J. 1984. Leaf-footed bug implicated in pistachio epicarp lesion [pistacia vera, california]. *California Agric Exp Station*, 38(3): 16-17.
- Bolu H, Özgen İ, Fent M. 2006. Diyarbakır, Elazığ ve Mardin illeri badem ağaçlarında bulunan pentatomidae (heteroptera) türleri. *YYÜ Tar Bil Derg*, 16: 25-28.
- Costi E, Haye T, Maistrello L. 2017. Biological parameters of the invasive brown marmorated stink bug, *halyomorpha halys*, in southern europe. *J Pest Sci*, 90: 1059-1067.
- Dursun A. 2004. Orta Karadeniz Bölgesi Pentatomidae (Heteroptera) türleri üzeri faunistik ve taksonomik bir araştırma. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.
- Ehler L. E. 2000. Farmscape ecology of stink bugs in northern California. *Mem. Thomas Say Publ Entomol, Entomol Soc Am Press*, Lanham, MD, USA.
- Ershad D, Barkhordary M. 1974. Host range and vectors of nematospora coryli peglion in kerman of iran. *Iran J Plant Pathol*, 10: 4-9.
- Food and Agriculture Organization, 2020. Hazelnut production. URL: <http://www.fao.org/3/x4484e/x4484e03.htm> (erişim tarihi: 31 Aralık 2020).
- Hekimoğlu B, Altındeğer M. 2019. Fındık Sektörünün Mevcut Durumu. URL: [https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/Findik\\_Sektorunun\\_Durumu\\_Sorunlari\\_ve\\_Cozum\\_Onerileri.pdf](https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/Findik_Sektorunun_Durumu_Sorunlari_ve_Cozum_Onerileri.pdf) (erişim tarihi: 20 Kasım 2020).
- İren Z, Ahmed M. 1973. Insect pests of Turkey found on deciduous fruits (meyve zararlıları). *Bitki Koruma Bülte, Ek yayın*, 1: 35-84.
- Lodos N, Önder F, Pehlivan E, Atalay R. 1978. Ege ve Marmara bölgesinin zararlı böcek faunasının tespiti üzerinde çalışmalar. *Zir Müc Zir Kar Gn Md Yay*, Ankara, Türkiye.
- Lodos N. 1986. Türkiye entomolojisi II. genel uygulamalı ve faunistik. *Ege Üniv Zir Fak Yay*, İzmir, Türkiye.
- Mehrnejad M. 2001. The current status of pistachio pests in iran. *Cahiers Opt Méditerranéennes*, 56: 315-322.
- Muhammed S. 1994. Study of population density of some sap sucking insects on some fruit trees in Erbil. *MSc thesis, College of Education, Univesrity of Salahaddin, Erbil, Iraq*.
- Muhammed SH. 2010. The biology of the stink bug apodiphus amygdali (germar) (hemiptera: Pentatomidae). *Mesopotamia J Agric*, 38: 53-64.
- Özgen İ, Gözüaçık C, Karsavuran Y, Meral F. 2005. Doğu ve güneydoğu anadolu bölgesinde antepfıstığı, kayısı, kiraz ve zeytin ağaçlarında bulunan pentatomidae (heteroptera) familyasına ait türlerin saptanması üzerinde çalışmalar. *Ege Üniv Zir Fak Derg*, 42: 35-43.
- Öztürk N, Ulusoy MR, Erkiç L, Bayhan S. 2004. Malatya ili kayısı bahçelerinde saptanan zararlılar ile avcı türler. *Bitki Koruma Bülte*, 44: 1-13.
- Öztürk N, Ulusoy MR. 2003. Mersin ili kayısılarında saptanan zararlılar. *Alatarım*, 2(2): 21-26.
- Rice KB, Bergh CJ, Bergmann EJ, Biddinger DJ, Dieckhoff C, Dively G, Fraser H, Garipey T, Hamilton G, Haye T. 2014. Biology, ecology, and management of brown marmorated stink bug (hemiptera: Pentatomidae). *J Integrated Pest Manag*, 5(3): 1-13.
- Saruhan İ, Tuncer C. 2010. Research on damage rate and type of green shieldbug (*palomena prasina* L. Heteroptera: Pentatomidae) on hazelnut. *Anadolu Tar Bil Derg*, 25: 75-83.
- Schuh R, Slater J. 1995. True bugs of the world. *Cornell University, Ithaca, NY, USA*.
- Tavella L, Arzone A, Miaja M, Sonnati C. 2001. Influence of bug (heteroptera, coreidae and pentatomidae) feeding activity on hazelnut in Northwestern Italy. *Acta Hort*, 556: 461-467.
- Tavella L, Arzone A, Sargiotto C, Sonnati C. 1996. Coreidae and pentatomidae harmful to hazelnuts in northern italy (rhynchota heteroptera). In: *Proceedings of the IV International Symposium on Hazelnut, Ordu, Turkey*, 1 May, 445: 503-510.
- Tezcan S, Önder F. 1999. Heteropterous insects associated with cherry trees in kemalpaşa district of İzmir, Turkey. *Ege Üniv Zir Fak Derg*, 36: 119-124.
- Tezcan S, Önder F. 2003. İzmir ve Manisa İlleri ekolojik kiraz bahçelerinin faunası üzerinde araştırmalar: Heteroptera takımına bağlı türler üzerinde bir değerlendirme. *Anadolu*, 13: 124-131.
- Tuncer C, Ecevit O. 1997. Current status of hazelnut pests in Turkey. In: *Proceedings of the IV International Symposium on Hazelnut, Ordu, Turkey*, 1 May, 445: 545-552.
- Tuncer C, Knizek M, Hulcr J. 2017. Scolytinae in hazelnut orchards of turkey: Clarification of species and identification key (coleoptera, curculionidae). *ZooKeys*, 710: 65-76.
- Tuncer C, Saruhan İ, Akca İ. 2005. The insect pest problem affecting hazelnut kernel quality in turkey. In: *VI International Congress on Hazelnut 686*: 367-376.
- Tuncer C, Saruhan İ. 2001. Bazı önemli fındık zararlılarının Samsun ilindeki popülasyon değişimi ve yoğunluğu üzerine araştırmalar. *OMÜ Zir Fak Derg*, 16: 56-63.
- Yousif A. 1995. Ecological and biological studies of the fruit tree bark bug *Apodiphus amygdali* (germar)(hemiptera, pentatomidae), *MSc Thesis, University of Baghdad, Baghdad Iraq*.



## SÜRDÜRÜLEBİLİR AV YABAN HAYATINDA ELBİSTAN KIZILKANDİL ÖRNEK AVLAĞI ÖRNEĞİ

Çağrı Özgür ÖZKAN<sup>1\*</sup>, Hacı KALINKÜTÜK<sup>2</sup>, Mustafa BAYDEMİR<sup>1</sup>, Halima ÇOTU<sup>1</sup>, Özlem ABDURRAHMANOĞULLARI<sup>1</sup>, Kübra KALINKÜTÜK<sup>2</sup>, Şeyma ALKAP<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Göksun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 46600, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Kahramanmaraş İl Şube Müdürlüğü, 46040, Kahramanmaraş, Türkiye

**Özet:** Kızılkandil Örnek avlağı, Akdeniz Bölgesi'nde, Kahramanmaraş ilinin, Elbistan / sınırları içerisinde yer almaktadır. Kahramanmaraş il merkezine 170 km mesafede bulunan 4150 hektarlık alanı kapsayan Elbistan Kızılkandil Örnek Avlağı ve çevresi, taşıdığı doğal ve kültürel kaynak değerleri nedeniyle T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2008 yılında tescil edilmiştir. Avlak, Kahramanmaraş ve çevre illerde bulunan av ve yaban hayvanları ile hem avcılığı desteklemekte hem de kırsal kalkınmaya katkı sağlamaktadır. Avlak bünyesinde birçok av hayvanı bulundurmasına rağmen; kınalı keklik, tavşan ve çil keklik türlerini için tescil edilmiştir. Bu avlakta avlatılan bu hayvanlar Kahramanmaraş'ta ve Türkiye'de bulunan doğal türlerdir. Elbistan Kızılkandil Örnek avlağı Malatya karayolu ile Malatya iline ve havan alanına çok daha yakındır. Avlak içerisinde bulunan toplam su kaynağı alandaki bitkilerin su ihtiyacını karşılamamın yanı sıra yaban hayatının da gelişimine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, alanda hem yerel halkın hem de gelen avcılarının kullanması için bir adet sosyal donatı bulunmaktadır. Elbistan Kızılkandil Örnek Avlağı, Kahramanmaraş doğal popülasyonun artırılması amacı ile Tarım ve Orman Bakanlığına önem verilen bir proje olup, bakanlıkça yetiştirilip doğaya salınan kekliklerin doğal ortamlarına adaptasyonları içinde avlaklar önem arz etmektedir. Keklik yetiştirip doğaya salma çalışmalarına temel oluşturmak üzere salınan kekliklerin doğal ortamlarında yaşama ve üreme oranlarının bilinmesi ve takibi için örnek alan bu avlaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu maksatla; Tarım ve Orman Bakanlığı bu tür faaliyetlere hem destek vermekte hem de yakından takip etmektedir. Bu çalışma ile av ve yaban hayatı için önem arz eden örnek avlaklardan olan Elbistan Kızıl Kandil Örnek Avlağının tanıtılması amaçlanmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Kınalı keklik (*Alectoris chukar*), Kızılkandil, Tavşan, Avlak

### Sustainable Hunt in Wild Life Elbistan Kizilkandil Example Hunting Ground Example

**Abstract:** Kızılkandil Example Hunting Ground is located in the Mediterranean Region, within the borders of Elbistan, Kahramanmaraş province. Elbistan Kızılkandil Example Hunting Ground, which covers an area of 4150 hectares located 170 km from Kahramanmaraş city center, and its surroundings were registered by the General Directorate of Nature Conservation and National Parks in 2008 due to the natural and cultural resource values it carries. It was registered by the Ministry of Agriculture and Forestry in 2008. It supports both hunting and rural development with game and wild animals found in hunting area, Kahramanmaraş and surrounding provinces. Although there are many game animals within the hunting area; it is registered for red legged partridge, rabbit and freckle partridge. This hunting shot these animals are native species found in Kahramanmaraş and Turkey. Elbistan Kızılkandil Example hunting ground is much closer to Malatya province and airport by Malatya highway. The total water resource in the courtyard not only meets the water needs of the plants in the area, but also contributes to the development of wildlife. In addition, there is a social facility in the area for the use of both local people and incoming hunters. Elbistan Kızılkandil Example Hunting Ground is a project that is given importance by the Ministry of Agriculture and Forestry with the aim of increasing the natural population of Kahramanmaraş, and hunting grounds are important in the adaptation of partridges raised and released to nature by the Ministry. There is a need for these sample hunting grounds in order to know and follow the living and reproduction rates of the partridges released in order to form a basis for the work of raising partridges and releasing them into nature. For this purpose; The Ministry of Agriculture and Forestry both supports and closely monitors such activities. With this study, it is aimed to introduce the hunting wildlife by Elbsitan Kızılkandil Sample Hunting Ground.

**Keywords:** Red legged partridge (*Alectoris chukar*), Kızılkandil, Rabbit, Hunting Ground

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Göksun Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 46600, Kahramanmaraş, Türkiye

E mail: cagri@ksu.edu.tr (Ç.Ö. ÖZKAN)

Çağrı Özgür ÖZKAN

<https://orcid.org/0000-0003-1752-8293>

Hacı KALINKÜTÜK

<https://orcid.org/0000-0002-3759-7811>

Mustafa BAYDEMİR

<https://orcid.org/0000-0003-2434-1478>

Halima ÇOTU

<https://orcid.org/0000-0002-7303-9833>

Özlem ABDURRAHMANOĞULLARI

<https://orcid.org/0000-0001-7814-0212>

Kübra KALINKÜTÜK

<https://orcid.org/0000-0003-4537-3954>

Şeyma ALKAP

<https://orcid.org/0000-0002-9512-2419>

Gönderi: 28 Ocak 2021

Received: January 28, 2021

Kabul: 02 Şubat 2021

Accepted: February 02, 2021

Yayınlanma: 01 Nisan 2021

Published: April 01, 2021

**Cite as:** ÖZKAN ÇÖ, Kalinkütük H, Baydemir M, Çutu H, Abdurrahmanoğulları Ö, Kalinkütük K, Alkap Ş. 2021. Sustainable hunt in wild life Elbistan Kızılkandil example hunting ground example. BSJ Eng Sci, 4(2): 55-57.



## 1. Giriş

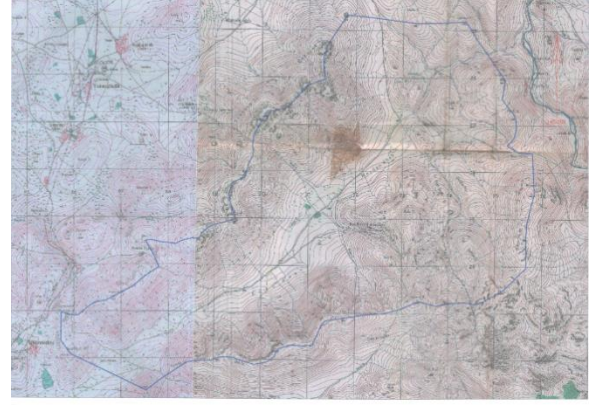
Avcılık, geçmişten günümüze kadar gelen çeşitli amaçlar doğrultusunda yapılan sportif bir faaliyetdir. İlk zamanlarda insanlar ihtiyaçlarını karşılamak için yapmışlardır. Medeniyetin gelişimi ile ihtiyaçtan çok askeri talim ve sonrasında ise sportif bir faaliyet olmuştur (Erdem, 1991). Türkiye’de sportif amaçlı avcılığa yapılan harcama turizm gelirinin yaklaşık %7’sini oluşturmaktadır. (Özer, 2020). Avcıların, bu turizmi geliştirmesinde birçok değer etkili olmaktadır. Örneğin, avlanan materyalin farklı bir lezzete sahip olması ve trofelerinin olması da etkili olmaktadır. (Ünal, 2019). Birçok nedenden dolayı Türkiye’deki hayvan varlığında bazı türlerin önemli derecede korunması gerekmektedir (Demirsoy, 2007). Kınalı keklik bunlardan birisi olup, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı çeşitli illerde üretimlerini sağlamaktadır. (Özkan ve ark., 2020; Özkan ve Başadoğan, 2020; Özkan, 2020). Bu nedenle, korumanın temelinde hayvanları tanımak onları tanımak vardır. Nitekim yaban hayatı yönetimi, avlanma ve avcılıkla doğrudan ilişkilidir (Oğurlu, 2008).

Sürdürülebilir bir avcılık için ekosistemde canlı popülasyonuna zarar vermemek gerekir. (Özaydın, 1991). Türkiye’de sürdürülebilir bir av ve yaban hayatı için kaynağın korunması ve geliştirilmesi amacıyla 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu kapsamında çeşitli hukuksal korumalar ve düzenlemeler yapılmıştır. Bu kanunun getirdiği yeniklerin başında avlakların oluşturulması ve bu avlaklarda belirli bir avlanma planı içinde avlanma eyleminin yapılmasını sağlamaktır (Resmi Gazete, 2003). 21 Mart 2005 Dünya ormancılık günü faaliyetlerini de içine alacak şekilde düzenlenmiş olan I. Çevre ve Ormancılık şurasında; “Devlet avlakları, Örnek avlaklar ve Yaban Hayatı Geliştirme Sahalarında yürütülen her türlü üretim faaliyeti için bir yönetim planı hazırlanması gündeme gelmiştir. Hemen avlakların etüt ve avlanma planlamaları yapılmaya başlanmıştır (Anonim, 2005; Oğurlu, 2008).

Elbistan Kızılkandil Örnek Avlak Sahası da Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nün 13.04.2005 tarih ve B.18.0. DKMPG.0.03.00/250.03-44/2484 sayılı makam olurlarına istinaden 29.05.2008 tarihinde Kahramanmaraş DKMP Şube Müdürlüğüne tefrik ve tesis edilmiştir. Kınalı keklik için tesis edilen bu örnek avlakta av organizasyonu düzenleyen yetkili acenteler kanalıyla yerli ve yabancı turist avcılar av yapmaktadır (Anonim, 2020).

## 2. Materyal ve Yöntem

Kızıl Kandil Örnek Avlağı, Kahramanmaraş ili, Elbistan ilçesi, Sünnet, Kartepe, ve Ortatepe köylerinin mülki hudutları içerisinde yer almaktadır. Kahramanmaraş ‘a il merkezine 170 km mesafede yer almaktadır. 4150 ha büyüklüğündeki avlak sahası vardır (Şekil 1). Saha kayalık ve sarp araziden oluşmuştur. Ortalama eğim ise % 30-45’arasındadır. Avlak sahasındaki irili ufaklı su kaynakları da mevcuttur.



Şekil 1. Kızılkandil Örnek Avlak Sahası (Anonim, 2020).

Avlak Sahasında yer yer Meşe (*Quercus* sp.) ve Ardıç (*Juniperus* sp.), Karaçalı (*Paliurus aculeatus*), Pırnal meşesi (*Quercus aucheri*), Kermes meşesi (*Quercus coccifera*) Böğürtlen (*Rubus caesius*) ve Ahlat (*Pyrus elaeagrifolia*) sahanın en yaygın ağaç, ağaççık ve çalı türleridir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Kınalı keklik dışında, Kurt (*Canis lupus*), Tavşan (*Lepus capensis*), Tilki (*Vulpes vulpes*), Sansar (*Martes foina*) ve çil keklik (*Perdix perdix*) Çalışma sahasında yayılış gösteren önemli av ve yaban hayvanlarıdır. 10.10.2012 tarihinde kınalı keklik için sözleşme imzalanmasının ardından 10.09.2013 tarihinde yaban tavşanı ve 22.09.2017 tarihinde ise çil keklik için firma ile sözleşme yenilenmiştir. Avlakta 664 adet/yıl kınalı keklik, 675 adet/yıl taban tavşanı ve 160 adet/yıl yaban tavşanı yıl içerisinde ergin bireyler; eş tutma ve üreme dışında avlatılabilmektedir. Kınalı ve çil keklikler için bu dönem 1 Mart 15 Haziran dönemi iken yaban tavşanı için 15 Şubat -15 Eylül arası kapsamaktadır. (Anonim, 2020).

Örnek avlak hem Elbistan ilçenin hem de Kahramanmaraş ilinin yurt içinde ve dışında tanıtılmasına, ekonomisine ve avcılık potansiyeline katkı sağlamıştır. Ayrıca, avcılarının avlanma zamanı dışında av yapabilmesine olanak sağlamıştır. İl genelinde avcı potansiyeli artışlar gözlenmektedir. Böylece, av ve avcılık faaliyetleri konusunda yeni firma ve sosyal cemiyetlerin kurulması ile bölge halkına gelir sağlamaktadır. Ayrıca, yüksek popülasyonda av hayvanı görme ve avlama fırsatı sunmaktadır. Avlağın ilan edilmesiyle birlikte av turizmi için gelen avcı turisteler sayesinde bölgede av turizmi olgusu oluşmuştur.

Avlanma zamanı dışında avlanmaya imkan sağlayan örnek avlak, yasa dışı avcılık yapacak olan avcılarının bu sorunlarının giderilmesine katkı sağlamıştır. Bu durum T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yapılan çalışmalara katkı sağlayacak ve avlanma süreleri dışında avlanma için oluşan baskıyı hafifletecektir. İlde bulunan Kapıçam Kınalı Keklik Üretim İstasyonu’ndan elde edilen kekliklerin satışını için imkan sağlayacaktır (Özkan, 2020).

Avlağın olması avcılara avlanacak alan oluşturduğu için

Kahramanmaraş ilinde avlanmaya yasak bölgeler genişletilebilmesine imkan sağlamaktadır. Ayrıca; sosyal, görsel, yazılı ve işitsel medya ile tanıtımının yapılması, Türkiye'nin uluslararası ve ulusal av turizmine katkı sağlayarak, yaban hayatına vermiş olduğu değeri ortaya koyacaktır.

### **Katkı Oranı Beyanı**

Tüm yazarlar eşit oranda katkıya sahiptir.

### **Çatışma Beyanı**

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

### **Destek ve Teşekkür Beyanı**

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı XV. Bölge Müdürlüğü Kahramanmaraş İl Şube Müdürlüğüne sağladığı katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

### **Kaynaklar**

- Anonim. 2005. Çevre ve Orman Bakanlığı, 1. Çevre ve ormancılık şurası kitabı, şura kararları. Ormancılık Şurası Çalışma Belgesi, 99-103, 7.Bölüm Doğa Koruma, 1. Çevre ve Ormancılık Şurası, 22-24 Mart 2005, Antalya.
- Anonim. 2008. Türkiye'de av turizmi uygulamaları. Av ve Yaban Hayatı Dairesi Başkanlığı, Ankara

- Anonim. 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Kahramanmaraş Tarım ve Orman İşleri Şube Müdürlüğü İstatistikleri, Kahramanmaraş.
- Demirsoy A. 2007. Genel zoocoğrafya ve Türkiye zoocoğrafyası / Hayvan Coğrafyası. Meteksan, Ankara, Türkiye.
- Erdem S. 1991. Av. DİA, Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları. İstanbul, Türkiye.
- Oğurlu İ. 2008. Yaban hayatı kaynaklarımızın yönetimi üzerine. SDÜ Orman Fak Derg, (2): 35-88.
- Özaydın A. 1991. Av. DİA, Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları İstanbul, Türkiye.
- Özer O. 2020. Türkiye'nin av turizmi potansiyeli konusunda bir değerlendirme. J Gastron Hospital Travel, 3(1): 71-86.
- Özkan ÇÖ, Başdoğan H. 2020. Kınalı kekliklerin (Alectoris chukar) telemetri cihazıyla takibi. ADYÜTAYAM 8(2): 1-16.
- Özkan ÇÖ, Baydemir M, Kalınkütük H. 2020. Ringing studies at poultry wildlife production stations. BSJ Eng Sci, 3(2): 38-40.
- Özkan ÇÖ, Ülger İ, Özkan Ö. 2020. Mintiverm oral çözelti tozunun damızlık kınalı kekliklerde yumurta verimine etkisi. ADYÜTAYAM, 8(2): 17-22.
- Özkan ÇÖ. 2020. Damızlık kınalı kekliklerde (Alectoris chukar) meselen E liquid takviyesinin yumurta verimi üzerine etkisinin belirlenmesi. ADYÜTAYAM 8(1): 31-37.
- Resmi Gazete. 2003. Kara Avcılığı Kanunu, 11/07/, Sayı: 25165.
- Ünal Y. 2019. Yaban hayvanı türleri ve yaşama ortamları üzerindeki kısıtlayıcı faktörler. International European Conference on Mathematics-Engineering-Naturalmedical Sciences-X Bildiri Kitabı, Aralık 14-15, İzmir, Türkiye, 261-268.



## TÜRKİYE'DE YENİ BİR İSTİLACI POLİFAG ZARARLI, KAHVERENGİ KOKARCA [*HALYOMORPHA HALYS* (STÅL, 1855) (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE)]: TANIMI, BENZER TÜRLER VE MEVCUT DURUM

İsmail Oğuz ÖZDEMİR<sup>1\*</sup>, Celal TUNCER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

**Özet:** İstilacı bir böcek türü olan kahverengi kokarca, [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)], birçok kültür bitkisi için en tehlikeli zararlılardan biri olup, Çin, Japonya, Kore ve Tayvan orijinli bir türdür. Bu tür polifag olup, tarımsal ürünler, kabuklu yemişler, sebzeler ve süs bitkileri dahil olmak üzere yaklaşık 300 bitkide önemli zararlara sebep olmaktadır. Avrupa'da, ilk olarak 2004 yılında rapor edilmiş ve pek çok Avrupa ülkesine yayılmıştır. *H. halys* ilk olarak 2017 yılında İstanbul'dan, daha sonra aynı yıl Artvin ilinden Türkiye'ye girişi bildirilmiştir. Türkiye, dünyanın en büyük fındık üreticisi ve ihracatçısıdır ve Türkiye'de *H. halys*'in son zamanlarda ortaya çıkması ve yayılmaya devam etmesi, fındık üretimi ve ülkedeki diğer ürünler için gerçek bir potansiyel tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışmada, bu zararlıya en benzer tür olan *Rhaphigaster nebulosa* ile karşılaştırılarak teşhiste dikkat edilmesi gereken kısımlar gösterilmiştir. Ayrıca Türkiye faunasında bulunan ve bu zararlı ile karıştırılabilecek diğer pis kokulu böcek türleri verilmiş ve zararlının mevcut durumu ve potansiyel tehdidi tartışılmıştır. Sonuç olarak, zararlı Türkiye'de ciddi bir şekilde ele alınmalı ve daha fazla yayılmadan mücadele programı başlatılarak kontrol altına alınmaya başlanmalıdır. Ayrıca, böceğin biyolojisi ve özellikle klasik biyolojik mücadeleyi de içeren uygun mücadele stratejileri üzerine çalışmalara acilen ihtiyaç duyulmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** İstilacı tür, Kahverengi kokarca, *Halyomorpha halys*, Tanım, Benzer türler


### A New Invasive Polyphagous Pest in Turkey, Brown Marmorated Stink Bug [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: Identification, Similar species and Current Status


**Abstract:** Invasive insect species, brown marmorated stink bug [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)], is an indigenous species to China, Japan, Korea and Taiwan, which is one of the most dangerous pest for many agricultural plants. It is polyphagous and cause significant damages to nearly 300 plant species, including ornamental plants, agricultural crops, tree nuts and vegetables. In Europe, it was first reported in 2004 and has extended its range to many European countries. *H. halys* was first reported faunistically from Istanbul, Turkey in 2017 and afterwards from Artvin province in the same year. Turkey is the largest producer and exporter of hazelnut in the world and recent occurrence of *H. halys* in Turkey reveals a real potential threat to the hazelnut production as well as other crops in the country. In this study, the insect has been shown parts to be considered in comparison with the most similar species, *Rhaphigaster nebulosa*. Furthermore, other stink bug species found in Turkish fauna was given to avoid confusion and the current status and potential threat of the insect were discussed. As a result, the insect should seriously be considered in Turkey and pest management programs should be initiated to take under control before it spreads more. On the other hand, the studies on the biology of the insect and suitable management strategies including especially classical biological control are urgently needed in the country.

**Keywords:** Invasive species, Brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, Identification, Similar species

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: oguz.ozdemir@omu.edu.tr (İ.O. ÖZDEMİR)

İsmail Oğuz ÖZDEMİR  <https://orcid.org/0000-0001-9095-2109>

Celal TUNCER  <https://orcid.org/0000-0002-9014-8003>

Gönderi: 22 Aralık 2020

Received: December 22, 2020

Kabul: 10 Ocak 2021

Accepted: January 10, 2021

Yayınlanma: 01 Nisan 2021

Published: April 01, 2021

**Cite as:** Özdemir İO, Tuncer C. 2021. A new Invasive polyphagous pest in Turkey, brown marmorated stink bug [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)]: identification, similar species and current status. BSJ Eng Sci, 4(2): 58-67.

### 1. Giriş

Küresel ısınma, artan ticaret ve ulaşım zararlılarının farklı kıtalara ve ülkelere yayılmasına neden olmuştur. İstilacı türler olarak bilinen bu zararlılar ortaya çıktıktan kısa bir süre sonra büyük salgınlara neden olmaktadır. Bu türler arasındaki böcekler başlıca tarımsal zararlılar olup (Anonymous, 2018a; Valentin ve ark., 2017), dünya çapında her yıl yaklaşık 1 trilyon dolarlık kayba neden olmaktadır (Panizzi ve Grazia, 2015).

Kahverengi kokarca, [*Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)] en bilinen istilacı zararlı böceklerden biridir. Çin, Japonya, Kore ve Tayvan'a özgüdür. Dünya çapında yüksek bir istila yeteneğine ve yayılma oranına sahiptir (Zhu ve ark., 2016). Bu istilacı tür ilk olarak 1990'ların ortalarında Pennsylvania'da (ABD) kaydedildi (Hoebeke ve Carter, 2003) ve şu anda ABD'nin 44 eyaleti ve Kanada'nın 4 bölgesinde bulunmaktadır (Anonymous, 2018b). Avrupa'da, ilk



olarak 2004 yılında İsviçre'de tespit edilmiştir (Haye ve ark., 2014). Daha sonra bir çok Avrupa ve Asya ülkesinde, Lihtenştayn'da (Arnold, 2009), 2011'de Almanya'da (Heckmann, 2012), Yunanistan'da (Milonas ve Partsinevelos, 2014), 2012'de İtalya'da (EPPO, 2013), Fransa'da (Callot ve Brua, 2013), 2013'te Macaristan'da (Vetek ve ark., 2014), Romanya'da (Macavei ve ark., 2015), Sırbistan'da (Seat, 2015), Vorarlberg ve Viyana'da (Rabitsch ve Friebe, 2015), İspanya'da (Dioli ve ark., 2016), Rusya'da (Mityushev, 2016), Bulgaristan'da (Simov, 2016), Gürcistan'da, Abkhazia ve Rusya'da (Gapon, 2016), 2017'de Hırvatistan'da (Şapina ve Jelaska, 2018), Slovenya'da (Rot ve ark., 2018) ve 2018'de Malta'da (Tassini ve Mifsud, 2019) kaydedilmiştir.

Kahverengi kokarca ergin dönemde yere dökülmüş bitki artıkları arasında, ağaçların kabuk altları ve deliklerin içinde ve değişik yerleşim mekanları içinde kışlar ve özellikle kuru alanları tercih eder (Lee ve ark., 2013). Güney Asya'da yılda 4-6 nesil verebildiği belirtilmekle beraber (Lee ve ark., 2013), bu güne kadarki yayılma alanları içinde 1 veya 2 döl verdiği tespit edilmiştir (Rice ve ark., 2014). Kahverengi kokarcanın İtalya'da yılda 2 döl verdiği ve üreme gücünün yüksek olduğu tespit edilmiştir (Costi ve ark., 2017). Zararlı, çoğu kaynakta temelde 2 döl veren bir zararlı olarak belirtilse de tek döl verdiği bölgeler de saptanmıştır (Lee ve ark., 2013). Kahverengi kokarcanın alt ve üst gelişme eşiği sırasıyla 12 °C ve 35 °C'dir (Kiritani, 2012; Cira ve ark., 2016). Ayrıca erginler -17 °C'ye kadar düşük sıcaklıklarda hayatlarını sürdürebilirler (Cira ve ark., 2016) ve zararlının yumurtadan ergine kadar gelişimleri için 537.63 - 588.24 gün dereceye ihtiyaç duyduğu bildirilmiştir (Nielsen ve ark., 2008; Haye ve ark., 2014). Buna ek olarak dişinin yumurtlaması için 176.65 gün derece gerekmektedir (Nielsen ve ark., 2008). Dolayısıyla, üreme faaliyetlerinin başlayabilmesi için sıcaklık ile beraber fotoperiyot da önemli bir rol oynamaktadır.

Kahverengi kokarcanın erginleri ve nimfleri sokucu-emici ağız yapıları sayesinde direkt olarak meyveye sindirim enzimlerini enjekte ederek ve bitki suyunu emerek zararlı olurlar (Rice ve ark., 2014). Zarar gören ürünler piyasa değerini büyük ölçüde kaybeder (Rice ve ark., 2014; Bariselli ve ark., 2016; Hedstrom ve ark., 2014b). Dahası, kışlama zamanlarında zararlının evlere girişi ve bu tip yapılarda devasa gruplar halinde toplanmaları ve çıkardığı pis kokuların insan sağlığına olumsuz etkileri sebebiyle önemli bir kentsel problem oluşturmaktadır (Inkley, 2012). Ayrıca, Asya'da bir fitoplazma hastalığı olan *Paulownia tomentosain*'in vektörü olduğu bilinmektedir (Hoebeke ve Carter, 2003) ve diğer fitoplazmaların vektörü olabileceğinden şüphelenilmektedir (Jones ve Lambdin, 2009).

Kahverengi kokarca geniş konukçu dizisine sahip olması nedeniyle, dünya çapında, tarımsal ürünler, kabuklu meyveler, sebzeler ve süs bitkileri dahil yaklaşık 300 bitki türünde önemli bir zarar potansiyeline sahiptir (Nielsen ve Hamilton, 2009b). ABD'de meyve

bahçelerinde zararlı olan bu tür milyonlarca dolarlık kayıplara neden olmuştur (Wermelinger ve ark., 2008; Leskey ve ark., 2012a; Leskey ve ark., 2012b; Sauer, 2012; Hedstrom ve ark., 2014a). İtalya'daki meyve bahçelerinde, özellikle fındık, armut ve diğer bahçe bitkilerinde önemli zararlılarından birisidir (Bosco ve ark., 2017; Bariselli ve ark., 2016; Maistrello ve ark., 2017). Kahverengi kokarcanın konukçu türleri arasında fındık (Bosco ve ark., 2017; Hedstrom ve ark., 2014a; Ak ve ark., 2019), badem (Rijal ve Gyawaly, 2018), antepfıstığı (Lara ve ark., 2017), elma (Morrison ve ark., 2016; Funayama, 2004), kivi, zeytin (Pickett ve ark., 2015; Lara ve ark., 2016), şeftali (Pansa ve ark., 2013; Blaauw ve ark., 2015), narenciye (Pickett ve ark., 2015), armut (Maistrello ve ark., 2017), erik (Bariselli ve ark., 2016), nektari, kayısı, kiraz, Trabzon hurması (Nielsen ve Hamilton, 2009a; Leskey ve ark., 2012a, b; Rice ve ark., 2014; Maistrello ve ark., 2017; Bariselli ve ark., 2016), mısır, soya fasülyesi, bamya, biber, patlıcan ve domates (Zobel ve ark., 2016; Cissel et al., 2015; Nielsen ve ark., 2011; Owens ve ark., 2013), üzüm (Smith ve ark., 2014; Wiman ve ark., 2015; Mohekar ve ark., 2013; Tomasino ve ark., 2013a,b) ve pirinç (Lupi ve ark., 2017; Aghae ve ark., 2018) gibi tarım ürünlerinin bulunmasının yanı sıra zararlı farklı konukçular arasında değişen tercihlerde (Bergmann ve ark., 2016; Zobel ve ark., 2016) bulunmaktadır.

Kahverengi kokarca ilk kez İstanbul'da Çerçi ve Koçak (2017) ve Gürcistan sınırına yakın Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Artvin'de 2017 yılında Günçan ve Gümüş (2019) tarafından kaydedilmiştir. Ülkemizin bu istilacı tür açısından potansiyel risk altındaki bölgeleri düşünüldüğünde (Kriticos ve ark., 2017), fındığın Karadeniz Bölgesi'nde tehdit altındaki en önemli ihracat ürünlerinden biri olduğu anlaşılmaktadır. Zararlının fındıkta direk olarak meyve üzerinden beslenmesi nedeniyle ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (Hedstrom ve ark., 2014a; Bosco ve ark., 2017; Haye ve Weber, 2017). Ayrıca, bölgede yetiştirilen ve zararlı için önemli konukçular olan kivi, Trabzon hurması, mısır, narenciye fasulye ve domates gibi tarımsal ürünlerin yanı sıra geniş konukçu dizisi düşünüldüğünde, ülkemizdeki tarım ürünlerinin pek çoğu için bu zararlı, büyük bir potansiyel tehdit olarak kabul edilmektedir. 2019-2020 yıllarında gerçekleştirilen bu çalışmada ülkemizde kahverengi kokarcaya en benzer tür olan *Rhaphigaster nebulosa* (Hemiptera: Pentatomidae) ile *H. halys* karşılaştırılarak kapsamlı bir şekilde tanımlaması yapılarak, ülkemizde bulunan diğer pis kokulu böcek türlerinin bu istilacı tür ile karıştırılmasının önüne geçilmek amaçlanmıştır. Ayrıca, kahverengi kokarcanın ülkemizdeki mevcut yayılma durumu ve potansiyel zararı literatürün yanı sıra saha gözlemlerinden faydalanarak ortaya konmuştur.

Bu çalışmada kullanılan *H. halys*'e ve *R. nebulosa*'ya ait resimlerin tamamı laboratuvarında mikroskop altında veya doğal ortamda arazi koşullarında tarafımızca çekilmiştir.

## 2. Kahverengi kokarca, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Pentatomidae)

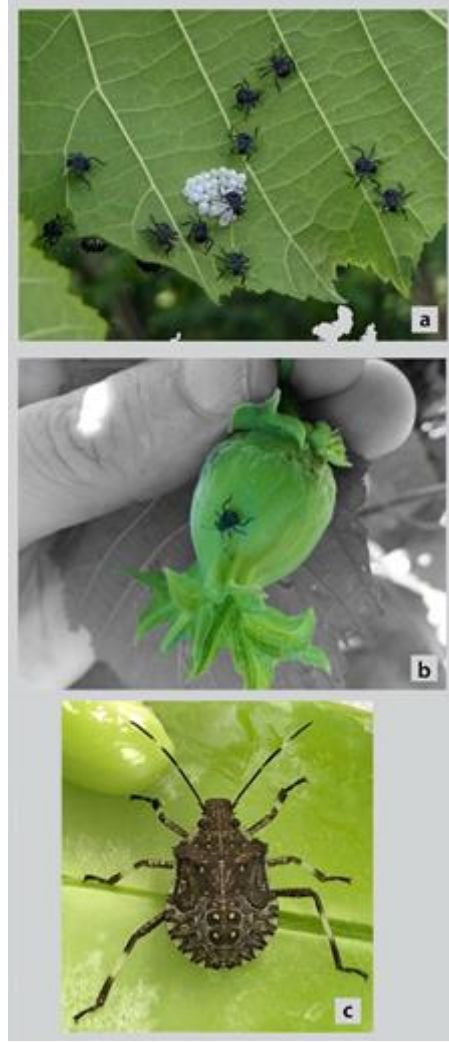
### 2.1. Tanımı ve Benzer Türler

Kahverengi kokarcanın yumurtaları pürüzsüz ve mat renklidir. Yumurtalar 20-30'lu kümeler halinde bırakılır. Yumurtadan yeni çıkan nimfler parlak renkli, siyah ve kırmızımsı-turuncu renktedir ve ilk nimf dönemini yumurtalar üzerinde veya etrafında toplu halde kalarak geçirmektedirler (Şekil 1) (Hoebeke ve Carter, 2003). Zararlı beş nimf dönemine sahip olup 3. ve 5. dönemler arasında tibiasında beyaz bant bulunur (Şekil 2).



**Şekil 1.** *Halyomorpha halys*'in yumurtaları (a) ve 1. dönem nimfleri (b).

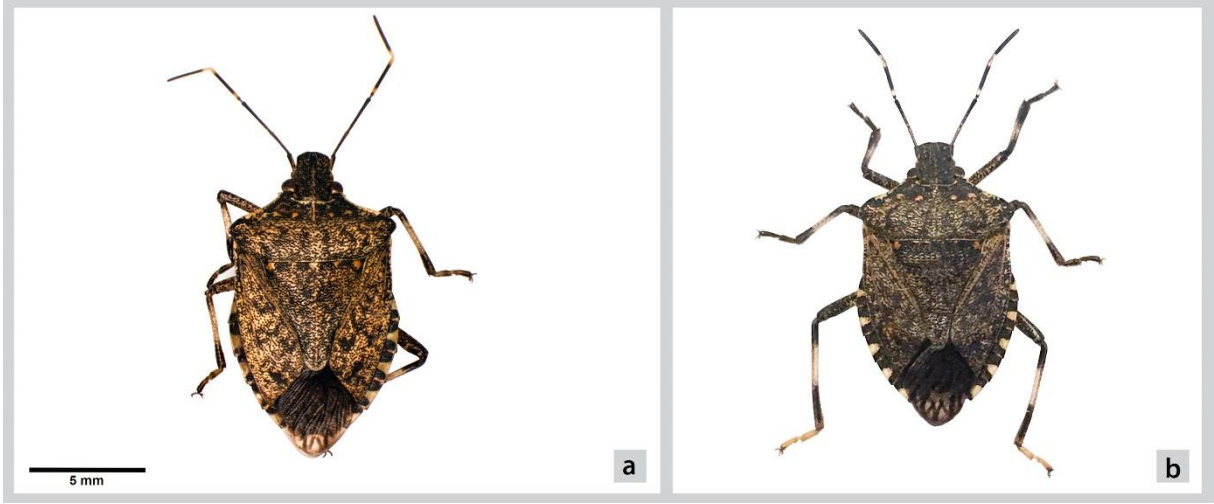
Erginler 12-17 mm uzunluğunda, 8 mm genişliğinde, kahverengimsi veya grimsi, benekli tanımlansa da boyut ve renk olarak değişkenlik göstermektedir. Dorsal yönden baş, pronotum, skutellum ve hemi-elitra yoğun bir şekilde beyazımsı bir zemin üzerinde küçük kahverengi çukurlarla kaplıdır (Şekil 3, 5 ve 8). Ön kanatlar açıldığında hemi-elytranın belirgin şekilde kırmızı bir renk aldığı görülür. Abdomenin yan kenarlarında beyazımsı ve siyah alanlar vardır (Şekil 3 ve 8) (Hoebeke ve Carter, 2003; Welty ve ark., 2008).



**Şekil 2.** *Halyomorpha halys*'in farklı nimf dönemleri (a, b, c).

Ventral olarak, vücut soluk renktedir, seyrek kahverengi çukurlar çoğunlukla yanal olarak dağılmıştır ve her bir abdomen segmentinde enine kahverengi alanlar mevcuttur (Şekil 6). Tibianın ortasında soluk beyaz bant vardır (Şekil 3). Özellikle kahverengi kokarca için iki apikal anten segmentindeki renk deseni en önemli teşhis karakteridir. Sondan bir önceki anten segmenti temelde ve apikal olarak beyazdır. Apikal segment ise temelde beyaz olup, böylece sondan bir önceki segmentin apikal beyaz bandı ve apikal segmentin bazal bandı tek bir bant olarak görünür (Şekil 7) (Hoebeke ve Carter, 2003).

*H. halys*, Avrupa'da ülkemizde olduğu gibi *R. nebulosa* ile karıştırılabilmektedir. *R. nebulosa*'nın başı oldukça düzenli koni şeklindeki, *H. halys*'in başı genişçe kavis alan bir ön kısım ile belirgin bir açı gösterir (Şekil 4 ve 5). *R. nebulosa*'da coxalar arasında arkadan öne doğru uzanan dikenimsi bir yapı olmasına rağmen, bu *H. halys*'de bulunmamaktadır (Şekil 6) (Welty ve ark., 2008). Ayrıca her iki türün dişi ve erkeklerinin genital bölgelerindeki farklılıklar resimlenmiştir (Şekil 9 ve 10).



Şekil 3. *Halyomorpha halys*: ergin dişi (a) ve ergin erkek (a).

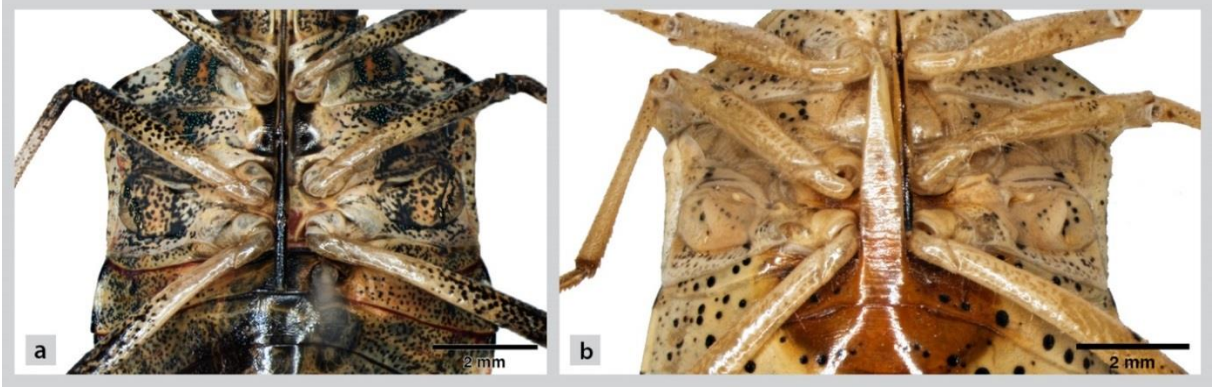


Şekil 4. Dorsal görünüm: *Halyomorpha halys* (a) ve *Rhaphigaster nebulosa* (b).

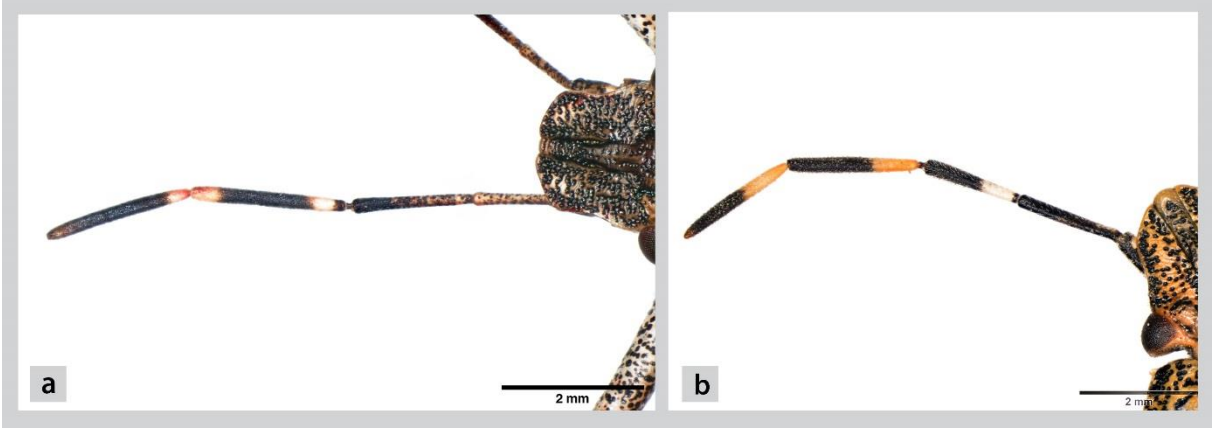


Şekil 5. Dorsalden pronotum ve baş: *Halyomorpha halys* (a) ve *Rhaphigaster nebulosa* (b).





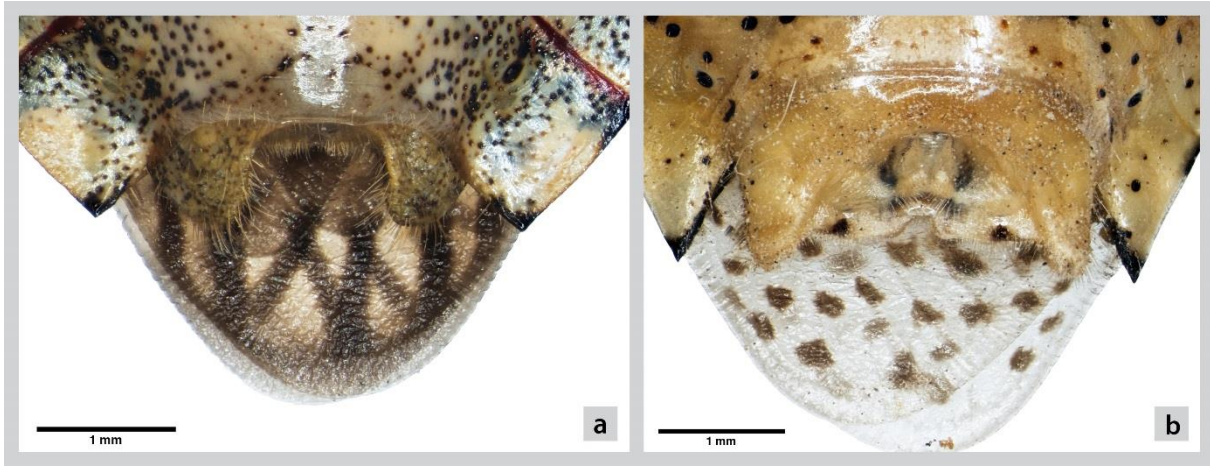
Şekil 6. Ventral görünüm: coxa arası bölgedeki farklılık *Halyomorpha halys* (a) ve *Rhaphigaster nebulosa* (b).



Şekil 7. Anten: *Halyomorpha halys* (a) ve *Rhaphigaster nebulosa* (b).



Şekil 8. Dorsal görünüm: kanatların membran kısmı: *Halyomorpha halys* (a) ve *Rhaphigaster nebulosa* (b).



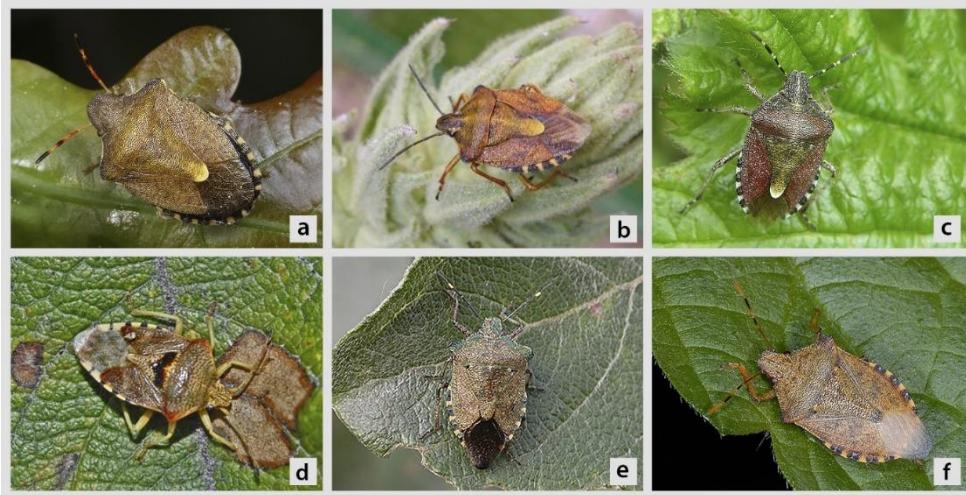
Şekil 9. Erkek cinsiyet organları, ventral görünüm: *Halyomorpha halys* (a) ve *Rhaphigaster nebulosa* (b).



Şekil 10. Dişi cinsiyet organları, ventral görünüm: *Halyomorpha halys* (a) ve *Rhaphigaster nebulosa* (b).

Türkiye faunasında *R. nebulosa*'dan hariç en çok kahverengi kokarca ile karıştırılabilecek diğer pis kokulu böcek türleri; *Holcostethus vernalis* (Wolff) (Hemiptera: Pentatomidae), *Carpocoris purpureipennis* (DeGeer) (Hemiptera: Pentatomidae), *Dolycoris baccarum* L.

(Hemiptera: Pentatomidae), *Elasmucha grisea* L. (Hemiptera: Acanthosomatidae), *Troilus luridus* F. (Hemiptera: Pentatomidae), *Arma custos* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Türkiye'de *H. halys* ile karıştırılabilecek diğer pis kokulu böcek türleri; a) *Holcostethus vernalis* (Anonymous, 2019a), b) *Carpocoris purpureipennis* (Anonymous, 2019b), c) *Dolycoris baccarum* (Anonymous, 2019c), d) *Elasmucha grisea* (Anonymous, 2019d), e) *Troilus luridus* (Anonymous, 2019e) ve f) *Arma custos* (Anonymous, 2019f).

## 2.2. Mevcut durum

Kahverengi kokarca bulaşmanın ardından yayıldığı ülkelerde birkaç yıl içerisinde ciddi bir sorun haline gelmiştir. Ülkemize kahverengi kokarca, ilk olarak 2017 yılı itibarıyla İstanbul ve Artvin'den giriş yapmış ve 2019 yılında Artvin ilinden başlayarak Trabzon Hayrat ilçesine kadar yayıldığını tespit etmişlerdir (Ak ve ark., 2019). Bunun yanı sıra, tarafımıza gönderilen örnekler ve saha gözlemlerimiz sonucunda şu anda ülkemizin 2 bölgesine ait İstanbul, Yalova, Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Arvin illeri de dahil olmak üzere 8 ile yayıldığı bilinmektedir. Zararının potansiyel dağılım alanlarına ve ekolojik gereksinimlerine göre hazırlanan risk haritası incelendiğinde, Karadeniz bölgesinin özellikle kıyı kesimlerinin böcek için en uygun iklim koşullarına sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, zararının Türkiye'nin hemen hemen diğer tüm bölgelerine de yayılması beklenmektedir (Haye ve ark., 2015; Kistner, 2017).

Kısa vadede, özellikle Karadeniz bölgesinde, en büyük risk altında olan ürünümüz fındıktır (Tuncer ve ark., 2018). Bu durum İtalya, Gürcistan (Bosco ve ark., 2017) ve Amerika (Hedstrom ve ark., 2014a) gibi önemli fındık üreticisi ülkelerde böceğin sebep olduğu önemli zararlar ile de doğrulanmaktadır. Ayrıca, Ak ve ark., (2019) tarafından Doğu Karadeniz'de fındık önemli konukçu olarak bildirilmiştir. Dünyanın en büyük fındık üreticisi ve ihracatçısı olan ülkemizin fındık üretimi açısından zararının verim ve iç kaliteyi tehdit eden en önemli sorun haline gelme ihtimali çok yüksektir. Ülkemiz hali hazırda fındık yeşil kokarcası (*Palomena prasina*, Hemiptera: Pentatomidae)'nın sebep olduğu iç kalite sorunu (Ak ve ark., 2018) ile uğraşmak zorunda olduğu bir dönemde, aynı tarzda zarara sebep olan ve daha yüksek üreme yeteneğine sahip bu istilacı tür, zararın önemli derecede artmasına sebep olacak ve büyük ekonomik kayıplar oluşturacaktır.

Polifag bir tür olan kahverengi kokarca oluşturacağı zarar açısından fındık haricinde bir çok tarımsal ürünü de tehdit etmektedir (Tuncer ve ark., 2018). Zararının önemli kayıplara neden olduğu elma, armut, şeftali, kivi, mısır, domates, biber ve hububat ülkemizde geniş ölçüde yetiştiriciliği yapılan ürünlerdir. Dahası zararının şimdilik genel anlamda Karadeniz bölgesinde görülüyor olması, yayılışının bu bölge ile sınırlı kalacağı anlamına gelmemektedir. Nitekim kahverengi kokarcanın diğer ülkelerdeki yayılışı incelendiğinde kısa süre içinde bütün ülkeye yayıldığı görülmektedir. Zararının potansiyel yayılış alanları ve ekolojik isteklerine göre hazırlanan risk haritası, özellikle Karadeniz bölgesinin zararlı için çok uygun iklim koşullarına sahip olmasının yanı sıra Türkiye'nin diğer bölgelerine de yayılabileceğini göstermektedir (Haye ve ark., 2015a; Kistner ve ark., 2017).

## 3. Sonuç

Kahverengi kokarca, polifag bir zararlıdır ve Türkiye'de başta fındık olmak üzere birçok tarım ürününü tehdit etmektedir. Kahverengi kokarca, başta ABD ve Avrupa

olmak üzere birçok ülkeye yayılmış ve zararlıyla mücadeleye yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Yoğun çalışmalara rağmen, mevcut mekanik, biyoteknik ve kimyasal kontrol yöntemleri ile iyi ve yeterli sonuçlar elde edildiğini söylemek mümkün değildir. Diğer yandan zararının klasik biyolojik mücadele ile kontrol altına alınması için çok sayıda çalışma yapılmış ve iyi bir veri tabanı oluşturulmuştur. Zararının anavatanı olan Çin'de yapılan çalışmalarda, zararlıyı kontrol altına almada en etkili olabilecek yumurta parazitoiti *Trissolcus japonicus* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae) tespit edilmiş ve Avrupa'da bazı laboratuvarlarda deneysel üretime başlanmıştır. Zararının ekonomik önemi dikkate alındığında bir an önce eldeki yöntemler kullanılarak zararının yayılma ve popülasyonunun artışına yönelik tedbirler alınmalıdır. Kısa vadede eradikasyona yönelik olarak mekaniksel, biyoteknik ve kimyasal mücadele yöntemleri uygulanır iken, proaktif bir yaklaşım ile olası bir klasik biyolojik mücadele uygulaması için *T. japonicus* üzerindeki gerekli çalışmalara başlanmalıdır.

Kahverengi kokarcanın bulaşma yolları, yayılma hızı, yayılma gösterdiği ülkelerdeki zararı, mücadelede önemli bir aşamanın kaydedilememiş olması ve ülkemizde yetiştirilen pek çok kültür bitkisinin bu zararının başlıca konukçuları arasında yer alması göz önüne alındığında daha önce karşılaşılan pek çok istilacı türe göre çok daha büyük bir risk taşıdığı oldukça açıktır. Bu nedenle bu zararlıya karşı azami önem verilerek bir an önce gerekli önlemlerin alınması acil ve zorunludur.

## Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit oranda katkı yaptı. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

## Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

## Kaynaklar

- Aghaee MA, Rice SL, Milnes JM, Goding KM, Godfrey LD. 2018. Is *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) a threat to California rice? *Crop Prot*, 111: 1-5.
- Ak K, Tuncer C, Baltacı A, Eser U, Saruhan I. 2018. Incidence and severity of stink bugs damage on kernels in Turkish hazelnut orchards. *Acta Horticult*, 1226: 407-412.
- Ak K, Uluca M, Aydın Ö, Gokturk T. 2019. Important invasive species and its pest status in Turkey: *Halyomorpha halys* (Stål)(Heteroptera: Pentatomidae). *J Plant Diseases and Protec*, 126(5): 401-408.
- Anonymous, 2018a. Invasive species. URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Invasive\\_species](http://en.wikipedia.org/wiki/Invasive_species) (erişim tarihi: 18 Eylül 2018).
- Anonymous, 2018b. State-by-state. Stop *Halyomorpha halys*: management of brown marmorated stink bug in US specialty crops. URL: <https://www.stopbmsb.org/whereis-bmsb/state-by-state/> (erişim tarihi: 18 Nisan 2019).
- Anonymous 2019a. URL: <http://www.entomart.be/INS-2514.html> (erişim tarihi: 31 Temmuz 2019).
- Anonymous 2019b. URL:

- <https://www.biolib.cz/en/image/id13783/> (erişim tarihi: 31 Temmuz 2019).
- Anonymous 2019c. URL: [https://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Pentatomidae/dolycoris\\_baccarum.html](https://www.britishbugs.org.uk/heteroptera/Pentatomidae/dolycoris_baccarum.html) (erişim tarihi: 31 Temmuz 2019).
- Anonymous 2019d. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acanthosomatide\\_-\\_Elasmucha\\_grisea.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acanthosomatide_-_Elasmucha_grisea.JPG) (erişim tarihi: 31 Temmuz 2019).
- Anonymous 2019e. URL: <http://www.eakringbirds.com/eakringbirds3/insectinfocustroilusluridus.htm> (erişim tarihi: 31 Temmuz 2019).
- Anonymous 2019f. URL: <http://www.freenatureimages.eu/Animals/Hemiptera%2C%20Wantsen%2C%20True%20bugs/Arma%2%A0custos/ind ex.html> (erişim tarihi: 31 Temmuz 2019).
- Arnold K. 2009. *Halyomorpha halys* (Stal, 1855), einefu'r die europa'ische fauna neunachgewiesenenwanzenart (Insecta: Heteroptera, Pentatomidae, Pentatominae, Cappaeini). *Mitt Thüringer Entomol*, 16: 19.
- Bariselli M, Bugiani R, Maistrello L. 2016. Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. *EPPO Bulletin*, 46: 332-334.
- Bergmann EJ, Venugopal PD, Martinson HM, Michael JR, Paula MS. 2016. Host plant use by the Invasive *Halyomorpha halys* (Stal) on woody ornamental trees and shrubs. *PLoS ONE*, 11(2): e0149975.
- Blaauw BR, Polk D, Nielsen AL. 2015. IPM-CPR for peaches: incorporating behaviorally-based methods to manage *Halyomorpha halys* and key pests in peach. *Pest Manag Sci*, 71(11): 1513-1522.
- Bosco L, Moraglio ST, Tavella L. 2017. *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. *J Pest Sci*, 91(2): 661-670.
- Callot H, Brua C. 2013. *Halyomorpha halys* (Stal, 1855), la Punaise diabolique, nouvelle espe'ce pour la fauna de France (Heteroptera : Pentatomidae). *L'Entomologiste*, 69: 69-71.
- Cerci B, Kocak O. 2017. Further contribution to the Heteroptera (Hemiptera) fauna of Turkey with a new synonymy. *ActaBiologica Turcica*, 30 (4): 121-127.
- Cira TM, Venette RC, Aigner J, Kuhar T, Mullins DE, Gabbert SE, Hutchison WD. 2016. Cold tolerance of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) across geographic and temporal scales. *Environ Entomol*, 45(2): 484-491.
- Cissel WJ, Mason CE, Joanne W, Judith HG, Hooks CRR. 2015. Effects of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) feeding injury on sweet corn yield and quality. *J Econ Entomol*, 108(3): 1065-1071; DOI: 10.1093/Jee/Tov059.
- Costi E, Haye T, Maistrello L. 2017. Biological parameters of the invasive Brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in southern Europe. *J Pest Sci*, 90(4): 1059-1067.
- Dioli P, Leo P, Maistrello L. 2016. Prime segnalazioni in Spagna e in Sardegna della specie aliena *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) e note sulla sua distribuzione in Europa (Hemiptera, Pentatomidae). *Revista de Entomología*, 7(1): 539-548.
- EPPO, 2013. First report of *Halyomorpha halys* in Italy. *EPPO Rep Serv*, 5: 2013/108.
- Funayama K. 2004. Importance of apple fruits as food for the brown-marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål)(Heteroptera: Pentatomidae). *Applied Entomol and Zoology*, 39(4): 617-623.
- Gapon DA. 2016. First records of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Georgia. *Entomol Rev*, 96(8): 1086-1088.
- Guncan A, Gumus E. 2019. Brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) (Hemiptera: Heteroptera, Pentatomidae), a new and important pest in Turkey. *Entomol News*, 128(2): 204-210.
- Haye T, Abdallah S, Garipey T, Wyniger D. 2014. Phenology, life table analysis and temperature requirements of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Europe. *J Pest Sci*, 87: 407-418.
- Haye T, Garipey T, Hoelmer K, Rossi JP, Streito JC, Tassus X, Desneux N. 2015. Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. *J Pest Sci*, 88: 665-673.
- Haye T, Weber DC. 2017. Special issue on the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*: an emerging pest of global concern. *J Pest Sci*, 90(4): 987-988.
- Heckmann R. 2012. Ersternachweis von *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) für Deutschland. *Heteropteron Heft*, 36: 17-18.
- Hedstrom, CS, Shearer PW, Miller JC, Walton VM. 2014a. The effects of kernel feeding by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial hazelnuts. *J Econ Entomol*, 107(5): 1858-1865.
- Hedstrom CS, Brewer LJ, Walton VM, Shearer P, Wiman N, Miller J. 2014b. How to recognize Brown marmorated stink bug damage in commercial hazelnuts. URL: <https://ir.library.oregonstate.edu/downloads/kw52j845x> (erişim tarihi: 18.09.2018).
- Hoebeke ER, Carter ME. 2003. *Halyomorpha halys* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae): a polyphagous plant pest from Asia newly detected in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 105(1): 225-237.
- Inkley DB. 2012. Characteristics of home invasion by the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *J Entomol Sci*, 47(2): 125-130.
- Jones JR, Lambdin PL. 2009. New county and state records for Tennessee of an exotic pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), with potential economic and ecological implications. *Florida Entomol*, 92(1): 177-178.
- Kiritani K. 2012. The low development threshold temperature and the thermal constant in insects and mites in Japan. *Bulletin of National Institute for Agro-Environmental Sci*, 31: 1-74.
- Kistner EJ. 2017. Climate change impacts on the potential distribution and abundance of the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) with special reference to North America and Europe. *Environ Entomol*, 46(6): 1212-1224.
- Kriticos DJ, Kean JM, Phillips CB, Senay SD, Acosta H, Haye T. 2017. The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity. *J Pest Sci*, 90(4): 1033-1043.
- Lara JR, Kamiyama MT, Hernandez G, Nay J, Hoddle MS. 2017. Assessment of feeding acceptance and injury of Kerman pistachios, *Pistaciavera*, by brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *J Insect Sci*, 17: 106.
- Lara JR, Pickett C, Ingels C, Haviland DR, Grafton-Cardwell E, Doll D, Bethke J, Faber B, Dara SK, Hoddle M. 2016. Biological control program is being developed for brown marmorated stink bug. *California Agric*, 70: 15-23.
- Lee DH, Short BD, Joseph SV, Bergh JC, Leskey TC. 2013. Review of the biology, ecology, and management of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in China, Japan, and the republic of Korea. *Environ Entomol*, 42(4): 627-641.
- Leskey TC, Hamilton GC, Nielsen AL, Polk DF, Rodriguez-Saona C,

- Bergh JC, Herbert DA, Kuhar TP, Pfeiffer D, Dively GP, Hooks CRR, Raupp MJ, Shrewsbury PM, ve ark. 2012a. Pest status of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* in the USA. *Outlooks Pest Manag*, 23: 218–226.
- Leskey TC, Short BD, Butler BR, Wright SE. 2012b. Impact of the invasive Brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: case studies of commercial management. *Psyche: J Entomol*, 2012: 1–14.
- Lupi D, Dioli P, Limonta L. 2017. First evidence of *Halyomorpha halys* (Stål)(Hemiptera:Heteroptera, Pentatomidae) feeding on rice (*Oryza sativa* L.). *J Entomol and Acarol Res*, 49(1).
- Macavei LI, Bâetan R, Oltean I, Florian T, Varga M, Costi E, Maistrello L. 2015. First detection of *Halyomorpha halys*, a new invasive species with a high potential of damage on agricultural crops in Romania. *Seria Agronomie*, 58(1): 105–108.
- Maistrello L, Vaccari G, Caruso S, Costi E, Bortolini S, Macavei L, Casoli L. 2017. Monitoring of the invasive *Halyomorpha halys*, a new key pest of fruit orchards in northern Italy. *J Pest Sci*, 90(4): 1231-1312.
- Milonas PG, Partsinevelos GK. 2014. First report of Brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) in Greece. *EPPO Bull*, 44: 183–186.
- Mityushev IM. 2016. First record of marmorated bug detection in Russia. *Zashchita Karantin Rastenii*, 3: 48.
- Mohekar P, Lapis T, Lim J, Tomasino E. 2013. Retronasal detection and consumer rejection threshold of “brown marmorated stink bug taint” in commercial Pinot Noir. 64th ASEV National Conference, Monterey, California, June 24–28.
- Morrison WR, Lee DH, Short BD, Khirmian A, Leskey TC. 2016. Establishing the behavioral basis for an attract-and-kill strategy to manage the invasive *Halyomorpha halys* in apple orchards. *J Pest Sci*, 89(1): 81-96.
- Nielsen AL, Hamilton C, Matadha D. 2008. Developmental rate estimation and life table analysis for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environ Entomol*, 27: 348–355.
- Nielsen AL, Hamilton GC. 2009a. Seasonal occurrence and impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in tree fruit. *J Econ Entomol*, 102: 1133–1140.
- Nielsen AL, Hamilton GC. 2009b. Life History of the Invasive Species *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Northeastern United States. *J Econ Entomol*, 102(4): 608-616.
- Nielsen AL, Hamilton GC, Shearer PW. 2011. Seasonal phenology and monitoring of the non-native *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean. *Environ Entomol*, 40(2): 231-238.
- Owens DR, Herbert JrDA, Dively GP, Reisig DD, Kuhar TP. 2013. Does feeding by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) reduce soybean seed quality and yield? *J Econ Entomol*, 106(3): 1317-1323.
- Panizzi AR, Grazia J. 2015. Introduction to true bugs (Heteroptera) of the neotropics. In *True Bugs (Heteroptera) of the Neotropics* (pp. 3-20). Springer, Dordrecht, Nederland.
- Pansa MG, Asteggiano L, Costamagna C, Vittone G, Tavella L. 2013. Primo ritrovamento di *Halyomorpha halys* nei pescheti piemontesi. *Infotore Agrario*, 69(37): 60–61.
- Pickett C, Lara R, Hoddle M. 2015. Brown marmorated stink bug in California. BMSB national working group meeting. URL: <https://www.northeastipm.org/neipm/assets/File/BMSB-Resources/BMSB-IWG-Dec-2015/6-BMSB-in-California-Pickett.pdf> (erişim tarihi: 13.02.2020)
- Rabitsch W, Friebe GJ. 2015. From the west and from the east? First records of *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in Vorarlberg and Vienna. *Beiträge zur Entomofaunistik*, 16: 115–139.
- Rice KB, Bergh CJ, Bergmann EJ, Biddinger DJ, Dieckhoff C, Dively G, Fraser H, Garipey T, Hamilton G, Haye T. 2014. Biology, ecology, and management of brown marmoratedstink bug (Hemiptera: Pentatomidae). *J Integrated Pest Manag*, 5(3): A1–A13.
- Rijal J, Gyawaly S. 2018. Characterizing brown marmorated stink bug injury in almond, a new host crop in California. *Insects*, 9: 126.
- Rot M, Devetak M, Carlevaris B, Žežlina J, Žežlina I. 2018. First record of brown marmorated stink bug (*Halyomorpha halys* (Stål, 1855)) (Hemiptera: Pentatomidae) in Slovenia. *Actaentomol Slovenica*, 26(1): 5-12.
- Šapina I, Jelaska LS. 2018. First report of invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) in Croatia. *EPPO Bull*, 48(1): 138-143.
- Sauer C. 2012. Die Marmorierte Baumwanze tritt neu im Deutschschweizer Gemüsebau auf. *Extension Gemüsebau, Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil, Gemüsebau Info*, 28(12): 4–5.
- Seat J. 2015. *Halyomorpha halys* (Stal, 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) a new invasive species in Serbia. *Acta Entomol Serbica*, 20: 167–171.
- Simov N. 2016. The invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stal 1855) (Heteroptera: Pentatomidae) already in Bulgaria. *Ecol Montenegrina*, 9: 51–53.
- Smith JR, Hesler SP, Loeb GM. 2014. Potential impact of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on grape production in the Finger Lakes region of New York. *J EntomolSci*, 49: 290–303.
- Tassini C, Mifsud D. 2019. The brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in Malta. *EPPO Bull*, 49(1), 132-136.
- Taylor CM, Coffey PL, DeLay BD, Dively GP. 2014. The importance of gut symbionts in the development of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål). *PLoS One*, 9(3): e90312.
- Tomasino E, Wiman N, Osborne J, Walton V. 2013a. Impact of brown marmorated stink bug on Pinot Noir quality. In: 64th ASEV National Conference, Monterey, California, June 24–28.
- Tomasino E, Mohekar P, Lapis T, Wiman N, Walton V, Lim J. 2013b. Effect of brown marmorated stink bug on wine—impact to Pinot Noir quality and threshold determination of taint compound trans-2-decenal. The 15th Australian Wine Industry Technical Conference, Sydney, Australia, July 13–18.
- Tuncer C, Özdemir İO, Kushiyeve R. 2018. Fındık hastalığı ve zararlıları; mevcut durum ve riskler. *TÜRKTOB Derg*, 27: 14–17.
- Valentin RE, Nielsen AL, Wiman NG, Lee DH, Fonseca DM. 2017. Global invasion network of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. *Sci Rep*, 7(1): 1-12.
- Vetek G, Papp V, Haltrich A, Redei D. 2014. First record of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae), in Hungary, with description of the genitalia of both sexes. *Zootaxa*, 3780(1): 194-200.
- Welty C, Shetlar D, Hammond R, Jones S, Bloetscher B, Nielsen A. 2008. Brown marmorated stink bug. Ohio State University Extension Fact Sheet. *Agric and Nat Resour*, (FS-3824-08): 3.
- Wermelinger BEAT, Wyniger D, Forster BEAT. 2008. First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stal (Heteroptera: Pentatomidae), a new pest on woody ornamentals and fruit trees?. *Mitteilungen-Schweizerische Entomologische Gesellschaft*, 81(1/2), 1.
- Wiman NG, Parker JE, Rodriguez-Saona C, Walton VM. 2015.

- Characterizing damage of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in blueberries. J Econ Entomol, 108: 1156–1163.
- Zhu G, Garipey TD, Haye T, Bu W. 2016. Patterns of niche filling and expansion across the invaded ranges of *Halyomorpha halys* in North America and Europe. J Pest Sci, 90(4): 1045-1057.
- Zobel ES, Hook CRC, Dively GP. 2016. Seasonal abundance, host suitability, and feeding injury of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae), in selected vegetables. J Econ Entomol, 109: 1289–302.



## TIBBİ CİHAZ SEKTÖRÜNDE KULLANILAN DERİN ÖĞRENME YÖNTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

Orhan GÜNDÜZ<sup>1\*</sup>, Cengiz TEPE<sup>2</sup>, Nurettin ŞENYER<sup>3</sup>, Mehmet Serhat ODABAŞ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>AYGÜN Cerrahi Aletler, Ar-Ge Bölümü, 55330, Samsun, Türkiye

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup>Samsun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, 55080, Samsun, Türkiye

<sup>4</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Akıllı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı, 55139, Samsun, Türkiye

**Özet:** Hayatımızın hemen hemen her yerinde, dünya çapında ilgi odağı haline gelen derin öğrenme temelli bir yapay zeka ürününe veya uygulamasına sıkça rastlamaktayız. Bu durum derin öğrenme yöntemlerinde ve kullanıldığı alanlarda hızlı bir gelişme yaşandığının kanıtıdır. Bu alanlara yüz tanıma, ses tanıma, sürücüsüz araç kullanımı, savunma sanayi, güvenlik sanayi ve daha birçok alan örnek olarak gösterilebilir. Bu çalışmada, derin öğrenme yöntemlerinin tıbbi cihaz sektöründeki kullanıldığı alanlara göre sınıflara ayırdığımız ve ayrıca yapılan yayınların yıllara göre dağılımı incelediğimiz bir derleme çalışması yapılmıştır. Tıbbi cihaz sektöründe derin öğrenmenin kullanıldığı alanlar, sağlık hizmetleri, büyük veri ve giyilebilir teknolojiler, biyomedikal sinyal, görüntü işleme, teşhis ve medikal nesnelere interneti olmak üzere altı adet sınıfa ayrılmıştır. Sonuç olarak, derin öğrenme yöntemlerinin tıbbi cihaz sektöründe kullanımın hız kazanması son yıllarda olmuştur. En çok teşhis ve görüntü işleme alanlarında çalışmalar yapıldığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Derin öğrenme, Tıbbi cihaz, Yapay zeka, Sinirsel ağlar, Medikal nesnelere interneti


### Overview of Deep Learning Methods Used in the Medical Device Industry


**Abstract:** Almost everywhere in our lives, we often come across a deep learning based artificial intelligence product or application that has become the center of attraction worldwide. This is evidence of a quick development in deep learning methods and the areas where they are used. Face detection, voice recognition, self-driving, defense industry, security industry and many other areas can be shown as samples. In this study, a literature review has been made that we divided into classes according to the fields in which deep learning methods are used in the medical device industry and also where we examine the distribution of the articles by years. It is divided into six classes such as healthcare, big data and wearable technologies, biomedical signal, image processing, diagnosis and internet of medical things. As a result, the use of deep learning methods in the medical device industry has gained speed in recent years and also most studies have been done on diagnosis and image processing.


**Keywords:** Deep learning, Medical device, Artificial intelligence, Neural networks, Internet of medical things


\*Sorumlu yazar (Corresponding author): AYGÜN Cerrahi Aletler, Ar-Ge Bölümü, 55330, Samsun, Türkiye

E mail: orhan55gunduz@gmail.com (O. GÜNDÜZ)

Orhan GÜNDÜZ  <https://orcid.org/0000-0002-8132-8301>

Cengiz TEPE  <https://orcid.org/0000-0003-4065-5207>

Nurettin ŞENYER  <https://orcid.org/0000-0001-8668-5263>

Mehmet Serhat ODABAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-1863-7566>

**Gönderi:** 12 Ocak 2021

**Kabul:** 02 Mart 2021

**Yayınlanma:** 01 Nisan 2021

**Received:** January 12, 2021

**Accepted:** March 02, 2021

**Published:** April 01, 2021

**Cite as:** Gündüz O, Tepe C, Şenyener N, Odabaş MS. 2021. Overview of deep learning methods used in the medical device industry. BJS Eng Sci, 4(2): 68-74.

### 1. Giriş

Dünya genelinde sürekli artan nüfus miktarıyla birlikte, insanların sağlık sorunları da artmaktadır. Bu durum tıbbi cihaz kullanımının sürekli artan bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Ayrıca insanlar Covid-19 pandemisi gibi daha önce insanlarda görülmeyen birçok virüs/mikroorganizmalar ile karşılaşmıştır ve karşılaşmaya devam edeceği öngörülmektedir. Covid-19 pandemi tedavisinde kullanılan solunum (ventilatör) cihazları da, tıbbi cihazların bu gibi salgınlarda insan sağlığı için ne kadar önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Tıbbi cihaz pazar büyüklüğü Türkiye için 2,6 milyar dolardır. Bu miktarın %85'lik kısmını ithal ürünler ve %15'lik kısmını yerli üretim tıbbi cihazları

oluşturmaktadır. Türkiye bu tıbbi cihaz pazarındaki %1'lik kısmına sahiptir (Özlü, 2020). Global tıbbi cihaz pazar büyüklüğü 2018'de 425,5 milyar dolar olarak hesaplanmış ve 2025'e kadar %5,4'lük büyüme ile 612,7 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Fortune Business Insights, 2019).

Tıbbi cihazların yüksek teknolojik oranları sürekli yükselmektedir. Önceden tedavi edilmesi zor yada imkansız olarak görülen hastalıkların, bu gelişmeler ile birlikte tedavisi mümkün olmaktadır. Bu teknolojik gelişimin en önemli faktörlerinden biri de derin öğrenmenin tıbbi cihazlarda uygulanmasıdır. Derin öğrenme, genelde çok katmanlı sinir ağ yapısı ile uygulanan bir makine öğrenimi biçimidir ve veri sınıflandırılması veya yeni hastalık fenotiplemesi gibi uygulamalarda tıpta umut veren bir makine öğrenim



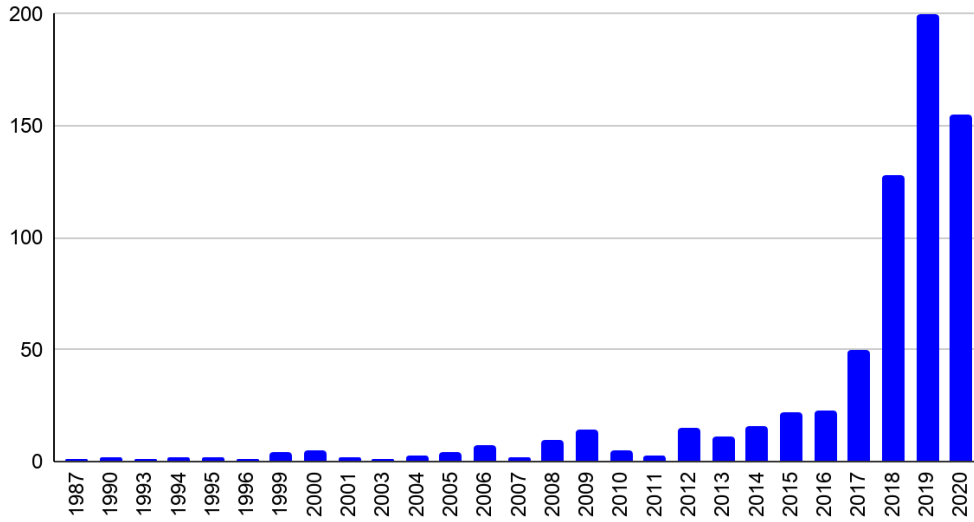
dalıdır (Krittanawong ve ark., 2019).

Bu çalışmamızda tıbbi cihazlara yönelik son yıllarda yapılan derin öğrenme çalışmaları incelenmiştir. Çalışmalar derin öğrenme yöntemlerini kullandığı alanlara göre sınıflara ayrılarak incelenmiştir ve ayrıca yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı gösterilmiştir.

## 2. Yöntem

Tıp ile ilgili en büyük veri tabanı olan PubMed üzerinden “(deep learning) and (medical device)” anahtar kelimeleri ile yapılan taramada toplam 620 adet yayın yapıldığı görülmüştür. En büyük sıçrama 2018 yılında 128 yayın ile yapılmıştır. Sonrasında 2019’da 200 ve 2020’de ise 155 yayın yapılmıştır. Şekil 1’de yayınların yıllara göre dağılımı gösterilmiştir.

### Yayın sayısı

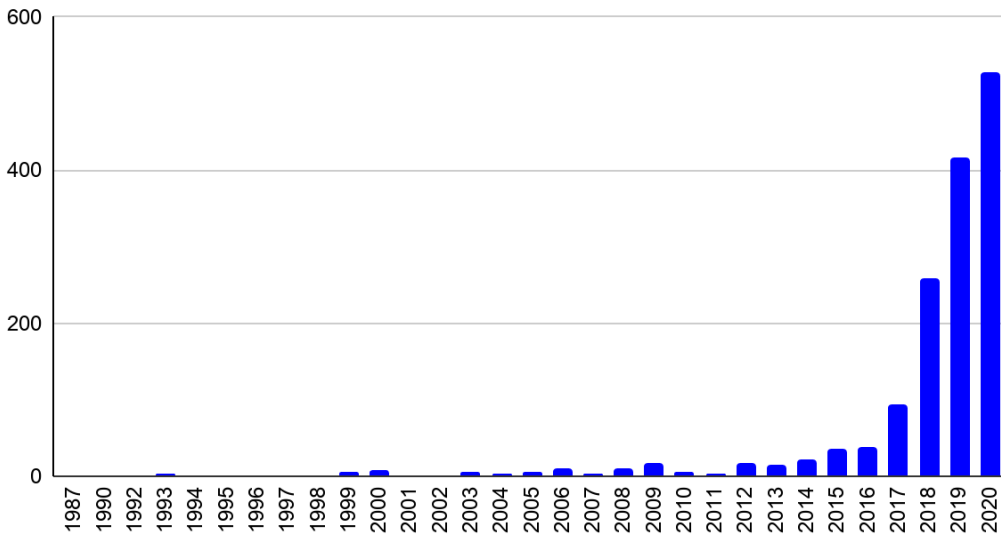


Şekil 1. PubMed’de derin öğrenme ve tıbbi cihaz anahtar kelimeleriyle yapılan arama sonucu.

Aynı kaynakta “(deep learning) AND (device)” anahtar kelimesiyle arama yapıldığında 1,396 yayın çıkmaktadır. Aşağıdaki grafik incelendiğinde yine en büyük sıçramayı 2018 yılında, 258 yayın ile yapmıştır (Şekil 2).

Sonrasında 2019’da 417 ve 2020’de ise 529 yayın yapılmıştır. Her iki grafikten de anlaşıldığı gibi tıbbi cihaz sektöründe derin öğrenme uygulamaları hızla artmaktadır.

### Yayın sayısı



Şekil 2. PubMed’de derin öğrenme ve cihaz anahtar kelimeleriyle yapılan arama sonucu.

Özellikle Türkiye için popüler dergi yayın adresi olan dergipark üzerinden (“derin öğrenme” OR “deep learning”) (“medical device” OR “tıbbi cihaz”) anahtar

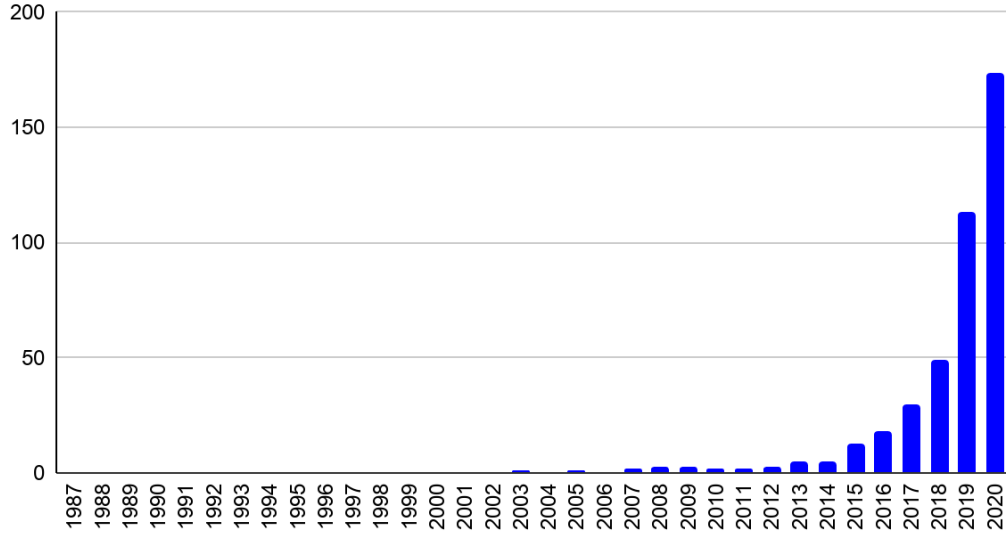
kelimeleriyle yapılmıştır. Burada Türkçe kaynaklar olduğu için kelimeler Türkçe anlamları ile birlikte tarama yapılmıştır ve 424 yayın bulunmuştur. 2017 ve 2018



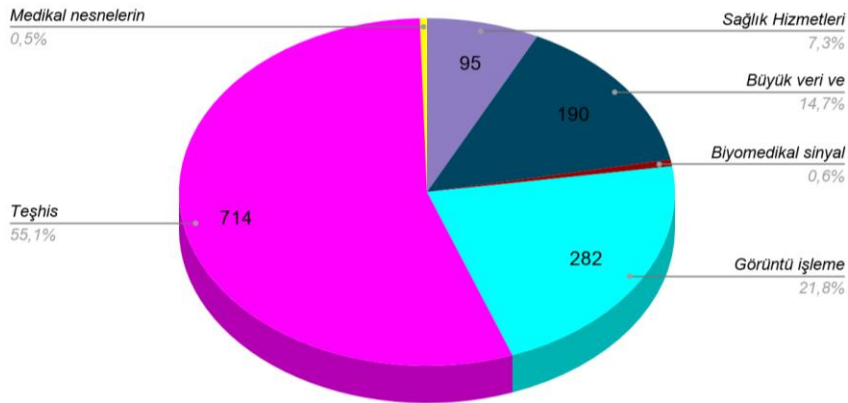
yıllarında yayın sayısı ivmelenme kazanarak 2020 yılında 174 adet yayına ulaşmıştır (Şekil 3). Pubmed üzerinden yapılan derin öğrenme taramaları, kullanıldıkları yerlere göre 6 farklı sınıfa ayrılmıştır. Pubmed global bir veri tabanı olduğu için, her alana göre detaylı taramalar bu veri tabanı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak sağlık hizmetleri alanında 95, büyük veri ve giyilebilir teknolojiler alanında 190, biyomedikal sinyal alanında 8, görüntü

işleme alanında 282, teşhis alanında 714 ve son olarak medikal nesnelerin İnterneti alanında 6 adet yayın bulunmaktadır (Şekil 4). Bu alanlardaki yayınlar toplandığında 1,295 adet yayın elde edilmektedir. Şekil 2'deki tarama sayısı ile arasındaki 101 yayın bulunmaktadır. Aşağıdaki grafikte yayınların dağılımı gösterilmektedir ve görüldüğü gibi bu pastanın en büyük dilimine %55,1 oranla, derin öğrenme yöntemlerinin teşhis amaçlı kullanılması sahiptir.

### Yayın sayısı



Şekil 3. Dergipartk'ta derin öğrenme ve tıbbi cihaz anahtar kelimeleriyle yapılan arama sonucu.



Şekil 4. Sınıflara göre yayın dağılımı.

### 3. Sonuç ve Öneriler

Bulunan yayın sayısı içeriğine göre 29 adet yayına düşürülmüştür. Bu yayınlar ana teması üzerinde incelenerek kategorize edilmiştir. Tıbbi cihaz sektöründe derin öğrenmenin kullanıldığı alanlardan sağlık hizmetleriyle ilgili 7, büyük veri ve giyilebilir teknolojiler ile ilgili 2, biyomedikal sinyal ile ilgili 5, görüntü işleme ile ilgili 6, teşhis ile ilgili 5 ve medikal nesnelerin İnterneti ile ilgili 4 adet yayın incelenmiştir.

#### 3.1 Sağlık Hizmetleri

Sağlık hizmetleri "Healthcare" PubMed üzerinden yapılan taramalarda yayın sayısı olarak %7,3'lük paya sahiptir.

Sağlık hizmetleri kaynakları sınırlı olsa da, akıllı telefon cihazları dünya çapında giderek daha fazla kullanılabilir hale geliyor. Sağlık hizmetlerini iyileştirmek için derin öğrenme uygulamalarının refah ve ekonomi üzerinde potansiyel olarak derin bir etkisi vardır. Deng yaptığı çalışmada TensorFlow, MXNet, Mobile AI Compute Engine (MACE) ve Paddle-mobil derin öğrenme platformunun endüstriyel düzeyi irdelenmiştir (Deng, 2019). Bir başka çalışmada Amota ve arkadaşları yaptıkları çalışmada derin öğrenme ve büyük veri yapısının kullanıldığı çevrimiçi medikal sağlık öneri sistemini tanıtmışlardır (Amato ve ark., 2019). Ngiam ve

Khor yaptıkları derleme çalışmasında sağlık hizmetlerinde kullanılan makine öğrenimi yöntemlerine örnekler sunmuşlardır (Ngiam ve Khor, 2019). Estava ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, sağlık hizmetleri için derin öğrenme, bilgisayarlı görü, doğal dil işleme, pekiştirmeli öğrenme ve genelleştirilmiş yöntemleri incelemişlerdir (Esteva ve ark., 2019).

Ali ve arkadaşları kolektif derin öğrenme yöntemi kullanarak ve öznelik füzyonun yaklaşımından yararlanarak kalp hastalığının tahmini için akıllı bir sağlık sistemi geliştirmişlerdir. Öznelik füzyon yöntemi, sensörlerden ve elektronik tıbbi kayıtlardan çıkarılan özellikleri birleştirilerek değerli sağlık verisi üretmiştir. Bu sistem diğer sistemlerden daha yüksek doğruluk oranı (%98,5) sağlamıştır (Ali ve ark., 2020). Yaptıkları diğer bir çalışmada sağlık hizmetlerinde insan vücudu için yaygın ve tehlikeli iki rahatsız olan diyabet ve anormal kan basıncı parametrelerini kullanmışlardır. Bu parametreler aynı zamanda kalp-damar hastalık riskini artırmaktadır. Ali ve arkadaşları, kronik hastalar için gelişmiş teknolojileri, veri madenciliğini, bulut sunucuları, büyük verileri, ontolojiler ve derin öğrenmeyi entegre eden yeni bir sağlık izleme sistemi geliştirmişlerdir (Ali ve ark., 2021).

Miotto ve arkadaşları, sağlık hizmetleri alanını geliştirmek için derin öğrenme teknolojilerinin uygulanmasına ilişkin son zamanlarda yayınlanan literatürü derlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda, derin öğrenme yaklaşımlarının büyük biyomedikal verilerin gelişkin insan sağlık sistemine katkı sağlamada bir araç olabileceğini göstermiştir (Mitto ve ark., 2017).

### 3.2 Büyük Veri ve Giyilebilir Teknolojiler

Sensör teknolojisinin gelişimi, özellikle giyilebilir teknolojisini ve boyutlarını önemli ölçüde değiştirmiştir. Kwon ve arkadaşları yaptıkları çalışmada yüzük tipli bir giyilebilir cihaz ile PPG sinyallerini elektrokardiyografiye bağlı kalmadan, derin öğrenme analizi yardımıyla atriyal fibrilasyonu doğru teşhis etmiştir (Kwon ve ark., 2020). Başka bir çalışmada Haghi ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, giyilebilir sağlık bakım cihazlarını hem bilimsel makalelerde hem de ticari çabalarda incelemiştir. Giyilebilir cihazlar, gelişmiş teknolojinin yardımıyla büyük ölçüde geliştirilmiştir ve uzun vadeli sağlık izleme sistemleri için güvenilir araçlar olarak kabul edilmektedir. Bunlar çevredeki çok çeşitli sağlık izleme göstergelerinin, yaşamsal belirtilerin ve form durumunun gözlemlenmesinde uygulanır. Giyilebilir cihazlar artık çok çeşitli sağlık hizmetleri gözlemleri için kullanılmaktadır. Veri toplamada gerekli olan en önemli unsurlardan biri sensördür. Son yıllarda, yarı iletken teknolojisindeki gelişmelerle birlikte, sensörler gerçeğe çok daha yakın bir şekilde bir dizi parametreyi araştırmamıza imkan sunmaktadır (Haghi ve ark., 2017).

### 3.3 Biyomedikal Sinyal

Tıbbi cihaz sektöründeki derin öğrenme uygulamalarında bu alanda yapılan çalışma sayısının oranı %0,6 dır. Bu durum bu alanın derin öğrenme uygulamalarının daha yeni yeni gelişmeye başlamış

olmasından kaynaklı olabilir. İnsan vücudundaki sinyaller analiz edilerek incelenmiştir. Yapılan bir uygulamada Craik ve arkadaşları yaptıkları derlemede, görev türü, EEG ön işleme yöntemleri, girdi türü, derin öğrenme mimarisi açısından irdelemişlerdir (Craik ve ark., 2019). Diğer bir yapılan çalışmada kalp atış hızı (HR) ve oksijen satürasyonu(SpO<sub>2</sub>) sinyalleri kullanılarak uykuda yada uyanıkken, uyku aşamalarını sınıflandırılmasında DNN/RNN'nin özel bir türü olan GRU kullanılmıştır (Casal ve ark., 2021).

Alhussein ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, derin öğrenmeye dayalı otomatik bir elektroensefalogram (EEG) patoloji tespit sistemi önerilmiştir. Çeşitli patolojiler beyin sinyallerini etkileyebilir. Bu nedenle, EEG sinyalleri şeklinde yakalanan beyin sinyalleri, bir kişinin patolojiden muzdarip olup olmadığını gösterebilir. Evrişimli bir sinir ağı (CNN) kullanılmış ve çok katmanlı bir algılayıcıya dayalı bir füzyon stratejisi de araştırılmıştır. Derin CNN modeli ve füzyonu ile önerilen sistem % 87,96 doğruluk elde etmiştir (Alhussein ve ark., 2019). Yapılan başka bir çalışmada Dose ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, inme rehabilitasyon stratejilerini iyileştirmek için kullanılacak bir elektroensefalogram (EEG) tabanlı Motor Görüntü (MI) Beyin-Bilgisayar Arayüzü (BCI) sistemi için Derin Öğrenme (DL) yaklaşımı uygulanmıştır (Dose ve ark., 2018). EEG sinyalleri üzerine yapılan başka bir çalışmada evrişimli sinir ağı (CNN) kullanılarak Parkinson hastalığı (PH) için otomatik bir tespit sistemi önerilmiştir. PH, beyindeki motor fonksiyonun kademeli olarak bozulması ile ilgilidir. PD hastalığı beyin anormallığı ile ilgili olduğundan, elektroensefalogram (EEG) sinyalleri genellikle erken teşhis için düşünülür. Yirmi PD ve yirmi normal deneğin EEG sinyallerini kullanılmıştır. On üç katmanlı bir CNN mimarisi uygulanmıştır. Geliştirilen model% 88,25 doğruluk,% 84,71 duyarlılık ve% 91,77 özgüllük performans değerleri elde edilmiştir. Geliştirilen sınıflandırma modeli, klinik kullanım kurulumundan önce geniş popülasyonda kullanılmaya hazır duruma getirilmiştir (Oh ve ark., 2018).

### 3.4 Görüntü İşleme

Derin öğrenme yöntemlerininin kullanıldığı %21,8 ile ikinci en büyük yayın oranına sahiptir. Tıbbi görüntüleme yapay zeka (AI), potansiyel olarak yıkıcı bir teknolojidir. Radyomik, yapay sinir ağları, makine öğrenimi ve derin öğrenmenin ilkeleri ve uygulamalarının anlaşılması, etik ve düzenleyici gereksinimleri barındıran tasarım çözümlerini, örmek ve sonuçları, kaliteyi ve verimliliği artıran yapay zeka tabanlı algoritmalar oluşturmak için temel sunar (Currie ve ark., 2019). Diğer bir uygulamada rotator manşet kas yırtılması ortopedik cerrahide en çok operasyon gerektiren sebeplerden biridir. Bu durumu Kim ve arkadaşları yaptıkları çalışmada evrişimsel sinir ağları algoritması kullanarak, fossa ve kas bölgesini kantitatif olarak tespit etmek için supraspinöz fossa daki supraspinatus kasının işgal oranının ölçmüşlerdir (Kim ve

ark., 2019). Yine bir diğer çalışmada Balu ve arkadaşları biyoprotez kalp kapakçık takılan hastaların, kalp kapakçıklarının deformasyonunun tahmini için sonlu elemanlar analizi tabanlı derin öğrenme yöntemini kullanmışlardır (Balu ve ark., 2019).

Yi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmanın amacı, total diz artroplastisinin varlığının veya yokluğunun belirlenmesi ve toplam diz artroplastisi ile tek kompartmanlı diz artroplastisinin sınıflandırılması için bir derin öğrenme sisteminin performansını geliştirmek ve test etmektir (Yi ve ark., 2020). Bir başka çalışmada, el ve bileği otomatik olarak algılamak ve bölümlere ayırmak, görüntüleri bir ön işleme motoru kullanarak standartlaştırmak, ince ayarlı bir CNN ile otomatik kemik yaş tahmini gerçekleştirmek için tam otomatik bir derin öğrenme sistemi oluşturmuşlardır (Lee ve ark., 2017). Ni ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, radyografik görüntülerde 14 farklı IVC filtresinin otomatik olarak tanımlanması için derin öğrenme CNN sınıflandırma modeli geliştirmiş ve değerlendirmiştir. Sonuç olarak, radyografilerde farklı IVC filtre türlerinin otomatik olarak doğru şekilde tanımlanması için derin öğrenme CNN sınıflandırma modelinin kullanılmasının uygulanabilirliğini göstermiştir (Ni ve ark., 2020).

### 3.5 Teşhis

Yapılan makale incelemelerimizde derin öğrenme yöntemlerinin en çok hastalığın/rahatsızlığın teşhisi amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Fauw ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, 14,884 adet heterojen üç boyutlu optik koherens tomografi taramaları eğitildikten sonra, görmeyi tehdit eden bir dizi retina hastalığı konusunda uzmanların tavsiyesine ulaşan veya aşan bir performans elde etmişlerdir (De Fauw ve ark., 2018). Diğer bir çalışmada Ebigo ve arkadaşları, ResNet mimarisi ile derin evrişimli sinir ağı(CNN) temelinde bir bilgisayar destekli teşhis(CAD) sistemini eğitmek ve test etmek için iki adet veritabanı kullanılmıştır. Buradaki amaç Barrett özofagus (BÖ) hastalığı ve erken adenokarsinom değerlendirmektir. Sonuç olarak özellikle Barrett özofagus hastalığı teşhisinde yüksek doğruluk elde etmişlerdir ve tümör bölgesinin kaba bir segmentasyonunu otomatik olarak gösterimi yapmışlardır (Ebigo ve ark., 2018).

Fourcade ve Khonsari "Tıbbi görüntü analizinde derin öğrenme: Doktorlar için üçüncü bir göz" adlı yaptıkları derleme çalışmalarında, "Görüntü tanıma için derin öğrenme algoritmaları tıpta görsel teşhisi iyileştirebilir mi?" sorusunu güncel literatürde arayıp taramışlardır. Doktorlar için CNN'ler tam bir çözüm değildir, ancak doktorların rutin görevlerinin optimize edilmesine katkıda bulunacak ve pratiklerinde potansiyel olumlu bir etkiye sahip olacaktır sonucuna varmışlardır (Fourcade ve Khonsari, 2019). Krittanawong ve arkadaşları kardiyovasküler tıpta derin öğrenme uygulamaları ile ilgili yaptıkları derleme çalışmasında derin öğrenme yöntemlerinin iskemik ve yapısal kalp hastalıklarının görüntüleme, kalp yetmezliği tahmini ve kalp ritim bozukluğu(Aritmi) tespiti ve fenotiplemesinde

kullanıldığını göstermişlerdir (Krittanawong ve ark., 2019). Kim ve ark. (2021) "PAIP 2019: Karaciğer kanseri segmentasyonu zorluğu" adlı yaptıkları çalışmada, daha fazla erişebilirlik sağlayacak, yüksek kaliteli patoloji öğrenme veri seti oluşturmaktır.

### 3.6 Medikal Nesnelerin İnterneti

Yapılan incelemelerde bu alanı kapsayan yayın miktarı diğerlerine göre daha az olsada, sensör teknolojisinin gelişmesiyle birlikte nesnelerin interneti (IoT) trendi tıbbi cihazları da etkiliyor. IOT alanının gelişip daha yaygın hale gelmesiyle birlikte medikal cihazların interneti(IoMT) alanında yapılan derin öğrenme çalışmalarının hız kazanağı anlaşılmaktadır. Ushimaru ve arkadaşlarının çalışması, IoT'nin ameliyat için kullanılmasıyla, cerrahi prosedürü görselleştirilebilir. Bu görselleştirme ve devamı niteliğindeki analizler yoluyla, cerrahi cihazların optimum kullanımı, elektrokoterin uygun kullanımı ve cerrahi prosedürlerin standardizasyonu gibi cerrahi güvenliği artıracak çalışmalar sağlanabilir olduğunu göstermiştir (Ushimaru ve ark., 2019). Başka bir çalışmada, tıbbi görüntüleri şifrelemek ve görüntülerin şifrelerini çözmek için derin öğrenme tekniklerini kullanmışlardır (Ding ve ark., 2020).

Zeka ve Derin Öğrenmeyi Kullanan Tıbbi Nesnelerin İnternetinde ve Büyük Veri Hizmetlerinde Belirsizlik" konulu çalışmada Al Turjman ve arkadaşları ağ topolojisi, iletim / alım enerjisi, düğüm yükü ve gücü ve hesaplama kapasitesi gibi dinamik belirsizlik faktörlerini göz önünde bulundurarak bulut üzerinden veri sunmanın fiyatlandırma modelini ele almışlardır (Al-Turjman ve ark., 2019). Diğer bir çalışmada, küresel zorluğun üstesinden gelmek için kavramsal radyo (CR) tabanlı IoT'nin tıbbi alana özgü olan ve Bilişsel Tıbbi Şeylerin İnterneti (CIoMT) olarak adlandırılan yeni uygulaması incelenmiştir. Sonuç olarak CIoMT, virüsü başkalarına yaymadan hızlı teşhis, dinamik izleme ve izleme, daha iyi tedavi ve kontrol için umut verici bir teknoloji olduğu gösterilmiştir (Swayamsiddha ve Mohanty, 2020).

### 3.7 Tartışma

Bu çalışmada tıbbi cihaz sektöründeki derin öğrenme yöntemlerini kullanılan yayınlar incelenmiş ve kullanıldığı alanlara göre bölümlere ayrılmıştır. İlgili alanlarda çıkarılan yayın sayısına göre, derin öğrenme yöntemlerinin en çok ve en az kullanıldığı alanlar belirtilmiştir. Teşhis, derin öğrenme çalışmalarının en sık kullanıldığı ve en çok yayın çıkarılan alan olmuştur. İkinci sırada derin öğrenme yöntemlerinde görüntü işleme üzerine yapılan çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmalar en çok radyoloji alanında nesne tespiti, nesne segmentasyonu ve nesne sınıflandırması ile ilgilidir. En son sırada medikal nesnelerin interneti alanı yer almaktadır.

Yayınlar incelendiğinde derin öğrenme yöntemlerinin tıbbi cihaz sektöründe artan oranda bir ilgiyle karşılaştığı görülmektedir. Derin öğrenme birçok alanda olduğu gibi tıbbi cihaz sektöründe de yıkıcı/çığır açıcı etki bırakmaya devam edeceği görülmektedir. Cihazlar içerisinde

gömülecek derin öğrenme algoritmalar doktorların mesleğinin yerine geçmekten ziyade bir karar destek görevi üstlenecektir. Çıkarılan sonuca göre medikal cihazların interneti alanın en son sırada olması, bu alanda derin öğrenme yöntemlerinin daha yeni yaygınlaştığı sonucuna varılabilir.

## Katkı Oranı Beyanı

Bütün yazarlar makaleye aynı oranda katkı sağlamış olup tüm yazarlar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

## Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

## Kaynaklar

- Alhoussein M, Muhammad G, Hossain MS. 2019. EEG Pathology detection based on deep learning. *IEEE Access*, 7, 27781–27788. <https://doi.org/10.1109/access.2019.2901672>.
- Ali F, El-Sappagh S, Islam SMR, Ali A, Attique M, Imran M, Kwak KS. 2021. An intelligent healthcare monitoring framework using wearable sensors and social networking data. *Future Generat Comput Systems*, 114, 23–43.
- Ali F, El-Sappagh S, Islam SMR, Kwak D, Ali A, Imran M, Kwak KS. 2020. A smart healthcare monitoring system for heart disease prediction based on ensemble deep learning and feature fusion. *Inform Fusion*, 63: 208–222. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020.06.008>.
- Al-Turjman F, Zahmatkesh H, Mostarda L. 2019. Quantifying uncertainty in internet of medical things and big-data services using intelligence and deep learning. *IEEE Access*, 7: 115749–115759.
- Amato F, Marrone S, Moscato V, Piantadosi G, Picariello A, Sansone C. 2019. HOLMeS: eHealth in the big data and deep learning era. *Inform*, 10(2): 34. <https://doi.org/10.3390/info10020034>.
- Balu A, Nallagonda S, Xu F, Krishnamurthy A, Hsu M, Sarkar S. 2019. A deep learning framework for design and analysis of surgical bioprosthetic heart valves. *Sci Reports*, 9: 18560. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54707-9>.
- Casal R, Di Persia LE, Schlotthauer G. 2021. Classifying sleep-wake stages through recurrent neural networks using pulse oximetry signals. *Biomed Signal Proces Control*, 63, 102195. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.102195>.
- Craik A, He Y, Contreras-Vidal JL. 2019. Deep learning for electroencephalogram (EEG classification tasks: a review. *J Neural Engin*, 16(3): 031001. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab0ab5>.
- Currie G, Hawk KE, Rohren E, Vial A, Klein R. 2019. Machine learning and deep learning in medical imaging: intelligent imaging. *J Med Imag Radiat Sci*, 50(4): 477–487. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2019.09.005>.
- De Fauw J, Ledsam JR, Romera-Paredes B, Nikolov S, Tomasev N, Blackwell S, Askham H, Glorot X, O'Donoghue B, Visentin D, van den Driessche G, Lakshminarayanan B, Meyer C, Mackinder F, Bouton S, Ayoub K, Chopra R, King D, Karthikesalingam A, Ronneberger O. 2018. Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. *Nature Med*, 24(9): 1342–1350. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0107-6>
- Deng Y. 2019. Deep learning on mobile devices: a review. *Mobile Multimedia/Image Proc, Sec, Applicat*, 52–66. <https://doi.org/10.1117/12.2518469>.
- Ding Y, Wu G, Chen D, Zhang N, Gong L, Cao M, Qin Z. 2020. DeepEDN: A Deep Learning-based Image Encryption and Decryption Network for Internet of Medical Things. *IEEE Internet Things J*, 8(3): 1504–1518.
- Dose H, Møller JS, Iversen HK, Puthusserypady S. 2018. An end-to-end deep learning approach to MI-EEG signal classification for BCIs. *Expert Systems with Applicat*, 114: 532–542. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.08.031>.
- Ebigbo A, Mendel R, Probst A, Manzeneder J, Souza Jr LA, Papa JP, Palm C, Messmann H. 2018. Computer-aided diagnosis using deep learning in the evaluation of early oesophageal adenocarcinoma. *Gut*, 68(7): 1143–1145. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2018-317573>
- Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K, Cui, C, Corrado, G, Thrun, S, Dean, J. 2019. A guide to deep learning in healthcare. *Nature Med*, 25(1): 24–29. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0316-z>.
- Fortune Business Insights. 2019. Medical devices market size, share, trends analysis report 2018-2025. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/medical-devices-market-100085> (erişim tarihi: 27 Kasım 2020).
- Fourcade A, Khonsari R H. 2019. Deep learning in medical image analysis: A third eye for doctors. *J Stomatol Oral Maxillofacial Surgery*, 120(4): 279–288. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2019.06.002>.
- Haghi M, Thurow K, Stoll R. 2017. Wearable Devices in Medical Internet of Things: Scientific Research and Commercially Available Devices. *Healthcare Inform Res*, 23(1): 4. <https://doi.org/10.4258/hir.2017.23.1.4>.
- Kim JY, Ro K, You S, Nam BR, Yook S, Park HS, Yoo JC, Park E, Cho K, Cho BH, Kim IY. 2019. Development of an automatic muscle atrophy measuring algorithm to calculate the ratio of supraspinatus in supraspinous fossa using deep learning. *Comput Methods Prog Biomed*, 182: 105063. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105063>.
- Kim YJ, Jang H, Lee K, Park S, Min SG, Hong C, Park JH, Lee K, Kim, J, Hong W, Jung H, Liu Y, Rajkumar H, Khened M, Krishnamurthi G, Yang S, Wang X, Han CH, Kwak JT, Choi J. 2021. PAIP 2019: Liver cancer segmentation challenge. *Med Image Analysis*, 67: 101854.
- Krittanawong C, Johnson KW, Rosenson RS, Wang Z, Aydar M, Baber U, Min JK, Tang W, Halperin JL, Narayan SM. 2019. Deep learning for cardiovascular medicine: a practical primer. *European Heart J*, 40(25): 2058–2073. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz056>.
- Kwon S, Hong J, Choi EK, Lee B, Baik C, Lee E, Jeong ER, Koo BK, Oh S, Yi Y. 2020. Detection of atrial fibrillation using a ring-type wearable device (cardiotracker and deep learning analysis of photoplethysmography signals: prospective observational proof-of-concept study. *J Med Internet Res*, 22(5): e16443. <https://doi.org/10.2196/16443>.
- Lee H, Tajmir S, Lee J, Zissen M, Yeshiwas BA, Alkasab TK, Choy G, Do S. 2017. Fully automated deep learning system for bone age assessment. *J Digit Imag*, 30(4): 427–441. <https://doi.org/10.1007/s10278-017-9955-8>
- Miotto R, Wang F, Wang S, Jiang X, Dudley JT. 2017. Deep learning for healthcare: review, opportunities and challenges. *Briefings in Bioinformat*, 19(6): 1236–1246. <https://doi.org/10.1093/bib/bbx044>.
- Ngiam KY, Khor IW. 2019. Big data and machine learning algorithms for health-care delivery. *The Lancet Oncol*, 20(5): e262–e273.
- Ni JC, Shpanskaya K, Han M, Lee EH, Do BH, Kuo WT, Yeom KW, Wang DS. 2020. Deep learning for automated classification of

- inferior vena cava filter types on radiographs. *J Vascul Intervent Radiol*, 31(1): 66-73.
- Oh SL, Hagiwara Y, Raghavendra U, Yuvaraj R, Arunkumar N, Murugappan M, Acharya UR. 2018. A deep learning approach for Parkinson's disease diagnosis from EEG signals. *Neural Comput Applicat*, 32(15): 10927-10933.
- Özlu ÇÇ. 2020. Ülkemizde tıbbi cihaz sektörü hangi yönde değişiyor? URL: <https://sesanltd.com.tr/ulkemizde-tibbi-cihaz-sektoru-hangi-yonde-degisiyor> (erişim tarihi: 27 Kasım 2020).
- Swayamsiddha S, Mohanty C. 2020. Application of cognitive Internet of Medical Things for COVID-19 pandemic. *Diabetes Metab Syndr*, 14(5): 911-915.
- Ushimaru Y, Takahashi T, Souma Y, Yanagimoto Y, Nagase H, Tanaka K, Miyazaki Y, Makino T, Kurokawa Y, Yamasaki M, Mori M, Doki Y, Nakajima K. 2019. Innovation in surgery/operating room driven by Internet of Things on medical devices. *Surgical Endoscopy*, 33(10): 3469-3477. <https://doi.org/10.1007/s00464-018-06651-4>
- Yi PH, Wei J, Kim TK, Sair HI, Hui FK, Hager GD, Fritz J, Oni JK. 2020. Automated detection classification of knee arthroplasty using deep learning. *The Knee*, 27(2): 535-542. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2019.11.020>



## ARCHITECTURE AND HEALTH

Hasibullah KHAN<sup>1\*</sup>


<sup>1</sup>Department of Architecture, Faculty of Construction Engineering, Kabul Polytechnic University, Kabul, Afghanistan

**Abstract:** Most of today's architectural practices are designed to meet the shelter needs of people. However, basic health needs for humans take priority over housing needs. Therefore, architectural applications should be designed in a way that healthier environments can be created for people. In this study, it is tried to examine the relevant literature on what qualities the living spaces should be designed in order to assure people to lead a healthier and more efficient life and to suggest for making existing buildings healthier. In line with this purpose, the factors affecting human health in architectural structures were primarily examined. Later, current architectural designs and health practices in today's architecture are emphasized. In the conclusion part of the study, in order to have a healthier life, the issues that should be considered while designing architectural designs were suggested and some suggestions were made to make existing buildings healthier.

**Keywords:** Architecture and health applications, Healthy life, Design

\*Corresponding author: Department of Architecture, Faculty of Construction Engineering, Kabul Polytechnic University, Kabul, Afghanistan

E mail: h.khan@kpu.edu.af (H. KHAN)

Hasibullah KHAN  <https://orcid.org/0000-0002-6815-6584>

Received: January 11, 2021

Accepted: March 01, 2021

Published: April 01, 2021

Cite as: Khan H. 2021. Architecture and health. BSJ Eng Sci, 4(2): 75-80.

### 1. Introduction

The qualities of the spaces that have begun to be built with the need for shelter and protection of people have changed as time passes and technology progresses. Changing living conditions, psychological and cultural factors pushed people to make changes in the places they live in. Therefore, there have been changes in people's concept of space in every period. These changes have also reflected on the characteristics of the buildings people live in over time.

The basic characteristics of a building are to determine the architectural project of that building. In all other projects, the architectural project is taken as basis. Considering the negative effects of the rapid increase of environmental problems on human health today, it is revealed that architectural projects should be prepared not only for the need for shelter and protection, but also for a healthy life. For this reason, architectural projects should be designed and implemented taking into account the health needs of people.

### 2. Factors Affecting Human Health in Architectural Structures

Human health is directly affected by the social and physicochemical environment, either positively or negatively. Individuals who make up the environment in which people live and the society they live in are defined as social environments. Climatic conditions, amount of sunbathing and air quality make up the physicochemical environment (CNA, 2009). Any negativity to be experienced in any of the environmental

factors also adversely affects human health.

People spend most of their time indoors. Buildings are very important but often overlooked determinants of health in terms of human health. Factors such as lack of ventilation and lighting, chemical pollutants, insufficient heating, high or low humidity for buildings affect human health.

Recently, scientific evidence on the relationship between architectural structures and human health has increased significantly. According to this scientific evidence, chemical pollutants and damp, mold and construction material-originated pollutants arising from errors in the designs of new buildings and existing buildings' systems have a negative impact on human health. In a report prepared by the World Health Organization (WHO) European Region Office in 2011, it was stated that 100,000 premature deaths occur annually in Europe as a result of diseases caused by inadequate housing (Braubach et al., 2011).

There are many factors affecting human health in architectural structures. These factors are explained under the following headings.

#### 2.1. Air Pollution, Moisture and Mold

According to the results of the research, many respiratory system disorders seen in humans are caused by indoor air pollution. There is a constant relationship between the damp and moldy interiors, respiratory diseases and asthma. Indoor dampness, mold and air pollution increase the likelihood of asthma by 40% (Healthy Homes Barometer, 2017).

Due to the poor quality of indoor air, breathing



difficulties in children and respiratory system disorders such as asthma and bronchitis have increased twice in recent years (Barnes et al., 2016). For children living in damp and moldy houses, this rate is about 3 times (Peat et al., 1998).

The air quality of indoor environments also affects the productivity of people. Indoor environments with insufficient air quality can reduce the productivity of people by 6-9% (Wyon, 2004). For European Union countries, insufficient indoor air quality causes 2 million life years loss annually (Jantunen et al., 2011). In a study, it was observed that the number of students who passed the mathematics and grammar exam increased by 3% as a result of the improvements made to improve air quality in schools (Hansen et al., 2016).

### **2.2. Indoor Temperature**

The temperature of the indoor environment of the buildings has a direct effect on human health. When the heat quality of indoor environments is improved, people's blood pressure normalizes, drug use and hospitalization rates decrease (Lloyd et al., 2008). One of the reasons for the higher mortality rates in the winter months compared to the summer months is the inadequate housing conditions. Premature death rates increase by 40% during the winter months due to unheated buildings (WHO, 2007).

The cold indoor environment of the buildings increases the rate of respiratory disease, especially in the elderly. Cold buildings also negatively affect people's mental health, causing health concerns and stress (Liddell, 2014).

Even if the indoor environments of the buildings are not at the appropriate temperature, it does not cause serious diseases, but it decreases efficiency. Especially for workplaces; it causes employee dissatisfaction, increase in personnel turnover rate and disease-related job losses (Office of the Surgeon General, 2005).

### **2.3. Daylight and Lighting**

After the light enters the body through the eyes, it produces many physiological and psychological consequences. In accordance with the findings obtained from studies conducted to determine the effects of light on human health, it has been shown that sufficient amount of light is preventive, especially for depression and skin diseases, and it has been proven that light has an anti-depressive effect. Sunlight, which is proven to be important for body and mental health of sunlight at a certain intensity within a certain period of time; it can be used for the treatment of diseases such as slow growth, rheumatism, anemia, and anorexia.

Indoor spaces with sufficient light make people healthier and happier as well as increase productivity. Production capacity and productivity increase by 8-27% in sufficiently lit working environments. Inadequately illuminated environments, on the other hand, may cause temporary or permanent blindness by wearing down the eye nerves as well as distraction and morale in people (Sabuncuoğlu and Tüz, 1996).

### **2.4. Construction Materials**

In the present time, technology is developing at a dizzying speed. This situation causes many chemical substances to enter human life. These chemicals make the relationship between health and environment more complex (Bahar and Gördes Aydoğdu, 2015).

According to researches, the gases and vapors emitted by building materials and the solvents and compounds they contain can cause many diseases ranging from burning eyes, mucous diseases, respiratory diseases and allergic reactions to cancer. One of the most dangerous ingredients found in building materials is asbestos, which increases the risk of lung cancer. The use of asbestos is banned in many countries. According to some findings, radon gas emitted from construction materials also increases the risk of lung cancer.

Construction materials; It can affect human health during the production phase, application phase and usage phase. In addition, the hardness, color, brightness, touch temperature, permeability and shape of the materials also create a psychological effect on humans (Balanlı and Küçükcan, 1998). The negative effect of this effect causes people to be negatively affected biologically (Yıldız and Şenkal, 2014).

### **2.5. Green Areas and Physical Activity Areas**

Man is a part of nature and a being that needs to live in nature. For this reason, people want their living spaces to be a part of nature.

Green spaces and empty spaces to be created in architectural designs are essential for the creation of livable communities and the development of society. These areas also positively affect the climate balance and air quality in the region. This situation not only increases the quality of life of people but also affects their health positively (Yılmaz, 2007).

Physical activity areas or green areas found in architectural applications enable people to exercise regularly. Studies have shown that individuals who exercise regularly have less risk of chronic diseases, obesity and paralysis. Exercise has a positive effect on the level of sugar in the blood and reduces the amount of body fat. It is also an important factor in protecting heart health as it positively affects blood pressure. Exercising not only protects people from diseases but also improves people's quality of life (Karacabey and Özmerimanlı, 2011).

People who exercise feel better both psychologically and sociologically. Exercising gives people happiness and gives a sense of confidence as it positively contributes to physical appearance (Kuşgöz, 2005).

Since it is very important to exercise regularly for a healthy life, even walking people at least daily will contribute to their health positively.

## **3. Healthcare Practices in Today's Architecture**

Conditions that make people's activities more efficient

and sustain them are defined as people's needs. People have not only biological but also psychological and sociological needs in their lives. Building designs that cannot respond to requests and needs and cannot solve problems will harm people instead of benefit. Buildings should be designed to build healthy structures that can meet the basic needs of people, such as safety, shelter and health (Çağlar, 2020).

The negative factors that can be found inside and outside the buildings, and the negative effects that may arise from these factors, which may cause health problems, increase the importance of healthy buildings. (Balanlı and Öztürk, 2006).

What should be done for healthy building designs and to minimize environmental pollution should be determined. Considering these situations, alternative building and urban designs should be emphasized in terms of both environment and human health. There are some standards to be followed when designing buildings. The most basic standards to be followed in healthy building design are as follows (Çağlar, 2020):

- Natural building materials should be preferred in buildings.
- Facades should be designed to breathe.
- The humidity in the indoor environment should be controllable.
- Good thermal insulation should be made.
- It should be ensured that sunlight can be used as natural light.
- The natural electrical field of the air should not be disturbed.
- Designs that will not cause air pollution should be developed.
- Certain dimensions should be considered.
- Renewable energy sources should be given priority.
- Green areas and physical activity areas should be created.

Designs that will be made without complying with these standards will create unhealthy buildings. Unhealthy structures will cause unhealthy possibilities in humans. Considering today's architectural structures, it is seen that most of them do not comply with these standards.

In crowded city centers, the buildings are both very close to each other and multi-storey due to the population density and lack of space. In addition, most of the buildings in city centers are old buildings and they were designed in the light of old architectural information. Most of these old buildings do not meet the basic standards to be followed in healthy building design. Many of the recently built and ongoing buildings do not even comply with many health standards in order to reduce the cost and shorten the construction period.

Tunnel formwork demands are used especially in mass housing and large-scale construction projects. Since the facades of the buildings constructed with the tunnel formwork system are made of non-breathing concrete,

the indoor air quality of these buildings is generally low. Designing today's architectural projects according to the features stated under the following headings will provide healthier buildings to people, as well as economic and ecological benefits to both individuals and society.

### 3.1. Clean Air Circulation

According to the results of many studies conducted in the related field, people spend approximately 70% of their time indoors. If workplaces are added to these closed environments, the rate rises to 90% (Spangler and Sexton, 1983).

Since the quality of the air decreases very quickly in closed environments, the air inside must be constantly refreshed (Güler, 2002). A person needs an average of 100 cubic meters of air per hour. In this case, indoor air should be refreshed frequently for a healthy life (Last and Wallace, 1992). The most efficient and healthiest way to achieve this is to provide natural air movement.

The movement of air in a closed environment is expressed as air movement. Air movement is possible by creating openings on both sides. When planning air movements in architectural designs, the direction of the wind and sun, the location of the building, the purpose of the building, the height of the building and the distance between the other structures around it should be evaluated one by one. In addition, the facades should be designed to breathe and designs should be developed to keep the humidity in the building under control. The incoming air must reach every part of the building for fresh air circulation. In order to achieve this, divider walls should be avoided indoors. The buildings should have sufficient number of windows that can be opened horizontally in sufficient dimensions. Apart from these, balconies of sufficient number, width and feature are also effective in the formation of air movement. Stairways should be well positioned and wide enough. For vertical ventilation, sufficient size and number of ventilation spaces should be designed in buildings (Çağlar, 2020).

Since clean air is of great importance for human health, it is necessary to focus on natural ventilation in architectural designs. Separate design strategies for summer and winter seasons should be used for air circulation in buildings. It should be ensured that less air enters the indoor environment in winter, and more air in the summer for health and comfort (Zarandi, 2006).

### 3.2. Getting More from Sunlight

Solar energy, which is a renewable and sustainable energy source, is an indispensable element for a healthy life thanks to its lighting and heating feature, as well as being the main source of energy on earth (Şahmalı, 2011). Solar energy, which is used not only for lighting purposes but also for heating the space, providing hot water and generating electricity, should be considered as an important input when designing the building (Ulusoy, 2012).

While designing healthy architectural structures, it is aimed to provide natural lighting by making the highest efficiency from sunlight thanks to passive daylight tools.



This situation decreases the amount of energy usage by reducing the need for artificial lighting (Sohrabi, 2015).

The planning of windows in certain heights and dimensions in buildings, the heights of the buildings and the distances between the buildings play an important role in the amount of sunlight reaching the interior spaces. No matter what type of material is used in the places where the architectural design is made correctly, there is no problem in terms of natural lighting (Öztürk and Çiğdem, 2006).

Buildings designed in accordance with solar architecture in a way that will provide maximum benefit from solar energy are not only healthy, but also contribute to both the country and the family economy by saving energy. Solar architecture is both ecological and healthy for humans, since solar energy is natural and renewable and does not generate harmful waste (Zeren, 1959).

### **3.3. Reducing Chemical Use and Using Recycled Building Materials**

In terms of human health, the use of harmful chemicals and unnatural materials should be avoided as much as possible. Concrete materials used in buildings should be prepared in accordance with the determined national standards. Wood wall material should be used instead of concrete walls, especially in buildings with low number of floors, as it will reduce the rate of chemicals in buildings. Wood wall material also increases the air quality of indoor environments thanks to its air permeability.

Doors and windows of the buildings should be used as natural wood materials as possible. Coating materials, insulation materials, basic skeleton materials, paint and construction chemicals should be produced in accordance with certain standards and building materials that do not comply with the standards should not be used in architectural designs. Severe sanctions should be imposed for not producing and using building materials that do not comply with the standards.

Building materials such as asphalt, concrete, plastic, wood, metal, glass and ceramics used in the construction industry are materials that can be used widely in recycling. Building materials that are increased after construction works or obtained as waste material as a result of demolition processes can be recycled and used as raw materials or reused (Aydın İpekçi et al., 2017).

The widespread use of building materials obtained as a result of recycling in the construction sector will provide positive contributions in terms of economic, ecological and human health, and will create high amounts of raw material resources in terms of demand and consumption (Gürer et al., 2004).

### **3.4. Green Areas and Increasing Physical Activity Areas**

Green areas are environments that enable people to benefit from clean and healthy air. Green areas that should be found in architectural designs are planned with vegetal elements, parks, playgrounds and sports areas, picnic areas, etc. It consists of areas. Green areas provide

people with a clean and spacious environment, as well as safe playgrounds for children and sports and social activity areas for young people and adults (Çalışkan, 1990).

Green areas control the microclimate. In addition to increasing the amount of oxygen in the environment, it cleans the air of the environment by keeping the dirty materials in the air. It reduces the harmful effects of sunlight by creating a natural curtain. The natural curtain created by green areas also absorbs noise and offers people a healthy and comfortable environment. Urban green spaces in people's living environments provide an opportunity for people to meet their needs for sports, entertainment, rest and meeting with each other. Along with these possibilities, it has a relaxing effect on human psychology with its aesthetic appearance. Thanks to the green areas and social activity areas, people feel happier by increasing their self-confidence by socializing more. Even this happiness enables people to be both more productive and healthier (Gül and Küçük, 2001).

Architectural structures, green areas and social activity areas should be distributed in a balanced way in order to ensure that individuals and society are healthier and more productive. This balanced distribution and integrity should be prioritized in all project stages of architectural structures. Architectural projects that will ensure this integrity should be prepared according to certain criteria and green areas should be included in certain proportions in each project (Yücekaya and Kocatürk, 2017).

## **4. Conclusion and Recommendations**

Health practices to be considered in architectural designs are of great importance in terms of human health. A healthy building means a healthy person, and a healthy person means a healthy society. For this reason, designing architectural structures taking into account human health will increase the comfort and success of both individuals and society.

Within the scope of this study, the following conclusions have been reached in the literature review on the issues that can minimize the adverse effects of architectural structures on human health and should be included in architectural designs.

- Basic health needs of people should be prioritized in architectural designs.
- Windows should be designed in certain dimensions in order to benefit from sunlight efficiently.
- Building heights and the distance between buildings should be planned so that maximum efficiency from the sun can be achieved.
- It should be planned to have a sufficient number, size and quality of horizontal windows and balconies in order to create fresh air movement in the buildings.
- Stairways, ventilation spaces and elevator shafts

should be in certain standards and dimensions.

- When necessary, wind chimneys should be added to the buildings.
- For fresh air circulation, the direction of the wind and the sun, the location of the building, the purpose of the building, the height of the building and the distance between it and other structures around it should be evaluated individually.
- Building facades should be designed to breathe and designs should be developed to keep the humidity in the building under control.
- Natural building materials should be preferred in buildings, chemicals should be used as little as possible.
- Recyclable materials should be chosen as building materials, and waste building materials should be recycled.
- In order to make individuals and society healthier and more productive, green areas and social activity areas should be included in certain proportions in architectural designs.
- When the existing buildings of today are evaluated on the basis of these results, it is seen that most of them will negatively affect human health. For this reason, the following recommendations have been developed in order to offer people healthier environments.
- Unhealthy buildings should be controlled within a certain plan and buildings that do not meet certain standards should be renewed. This situation can be costly in the beginning. However, in the long run, energy efficiency will lead to savings by reducing health expenditures and increasing work efficiency. Government incentives can be applied for these renovations if necessary.
- The air quality of the indoor environment can be improved in terms of human health by installing roof-top systems for public buildings such as hospitals, schools, universities, which have a high cost of renovation. When roof-top systems are applied with a heating system, it will also ensure that the temperature of the indoor environment can be adjusted and will cover the installation cost in a shorter time. For this reason, roof-top systems can also be included in new architectural designs.
- In order to increase the air quality of the indoor environment, in the architectural designs of low-rise buildings, breathable wooden materials instead of concrete on exterior facades, and roof-top systems for high-rise buildings can be used. Both of these applications can be made mandatory by adding them to the required protocols.

## Author Contributions

All tasks have been made by the single author.

## Conflict of Interest

The author declared that there is no conflict of interest.

## References

- Akyol AGA, Bilgiç AGP, Ersoy G. 2008. Physical activity, nutrition and healthy lifestyle. Klasmast Printing, Ankara, Turkey.
- Aydın İpekçi C, Coşkun N, Tıkansak Karadayı T. 2017. The importance of using recycled materials in the construction sector in terms of sustainability. *TÜBAV Sci*, 10(2): 43-50.
- Bahar Z, Açıl D. 2014. Health promotion model: Conceptual structure. *Dokuz Eylül Univ Fac of Nursing E J*, 7(1): 59-67.
- Bahar Z, Gördes Aydoğdu N. 2015. Environment, health, research and nursing. *Dokuz Eylül Univ Fac of Nursing E J*, 8(2): 119-122.
- Barnes M, Butt S, Tomaszewski W. 2016. The dynamics of bad housing: The impact of bad housing on the living standards of children, URL: <https://www.eagacharitytrust.org/app/uploads/2016/03/natcendynamicsfullreport.pdf> (accessed date: December 10, 2020).
- Braubach M, Jacobs DE, Ormandy D. 2011. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. World Health Organization Regional Office for Europe, URL: [http://www.euro.who.int/data/assets/df\\_file/0017/145511/e95004sum.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/data/assets/df_file/0017/145511/e95004sum.pdf?ua=1) (accessed date: December 10, 2020).
- Çağlar B. 2020. The importance of the design principle for human during the pandemic process in the indoor air quality of buildings. *J Sust Eng App Technol Adv*, 3(2): 63-76.
- Çalışkan AM. 1990. The future of open-green area system in our cities in terms of zoning law no. 3194 and Ankara-Çankaya district example. MSc Thesis, Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Landscape Architecture, Ankara, Turkey, pp: 168.
- Doğan T, Yıldırım İ. 2006. Investigation of the "Friendship" and "Love" dimensions of the well-being of university students. *Education Res*, 24: 77-86.
- Gül A, Küçük V. 2001. Urban Open-green spaces and its analysis in the case of Isparta. *SDU J Fac of Forestry*, A(2): 30-31.
- Gürer C, Akbulut H, Kürklü G. 2004. Recycling in the construction industry and re-evaluation of different building materials as a raw material source. In: *Proceedings of the 5th Industrial Raw Materials Symposium*, 13-14 May, İzmir, Turkey, pp. 28-36.
- Helge SN. 2021. Multiple benefits of energy renovations of the Swedish building stock, Swedish Energy Agency and National Board of Housing, Building and Planning URL: <https://www.copenhageneconomics.com/dyn/resources/Publication/publicationPDF/4/384/1484917593/copenhageneconomics-2016-multiplebenefits-of-energy-renovations-of-theshwedish-building-stock.pdf> (accessed date: December 11, 2020).
- Healthy Homes Barometer. 2017. Buildings and their impact on the health of europeans, VELUX. URL: [https://velcdn.azureedge.net/~media/com/health/healthy-homebarometer/507505-01\\_barometer\\_2017.pdf](https://velcdn.azureedge.net/~media/com/health/healthy-homebarometer/507505-01_barometer_2017.pdf) (accessed date: December 15, 2020).
- Karacabey K, Özmerdivenli R. 2011. Healthy Lifestyle and Sports. Berday Publications, 1st Edition, Turkey, pp: 405-425.
- Kırbaş C. 2012. Architectural-mechanical project design and application principles in hospitals. *Plumbing Eng*, 127: 16-17.
- Kuşgöz A. 2005. Comparison of the nutrition, physical activity habits and physical fitness of pension and normal state primary education students. MSc Thesis, Muğla University, Muğla, Turkey, pp. 168.

- Last JM, Wallace RB. 1992. Maxcy-Rosenau-Last, public health and preventive medicine. Appleton and Lange, 13th Edition. Norwalk, USA, pp 31-32.
- Liddell C. 2014. Living in a cold and damp home: frameworks for understanding impacts on mental well-being. *Public Health*, 129(3): 191-199.
- Lloyd EL, McCormack C, McKeever M, Syme M. 2008. The effect of improving the thermal quality of cold housing on blood pressure and general health: a research note. *J Epidem and Community Health*, 62: 793-797.
- Office of the Surgeon General. (US). 2005. What is the Scientific Evidence for Health Problems Associated with the Indoor Environment? Report of the Surgeon General's Workshop on Healthy Indoor Environment: January 12-13, 2005, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA.
- Owens L. 2006. The relationship of health locus of control, self-efficacy, health literacy and health promoting behaviors in older adults. PhD thesis, The University of Memphis, USA.
- Öztürk Ç. 2006. Advanced natural lighting systems and application examples. MSc Thesis, Gazi University Institute of Science and Technology, Ankara, Turkey.
- Peat JK, Dickerson J, Li J. 1998. Effects of damp and mould in the home on respiratory health: a review of the literature. *Allergy*, 53(2): 120-128.
- Sabuncuoğlu Z, Tüz M. 1996. Organizational psychology; 2nd Edition. pp: 146, Ezgi Publishing House, Güven Printing House, Bursa, Turkey.
- Spangler JD, Sexton K. 1983. Indoor air pollution: A public health perspective, *Science*, 221: 9-17.
- Şahmalı AE. 2011. Passive use of solar energy in public buildings and its reflection on design. X. National Plumbing Engineering Congress, 1420, İzmir, Turkey.
- Ulusoy S. 2012. Investigation of the building component of energy efficient buildings using renewable energy sources. MSc Thesis, Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey.
- WHO. 2007. Housing, energy and thermal comfort- a review of 10 countries within the WHO European region, World Health Organization Regional Office for Europe, URL: [http://www.euro.who.int/data/assets/pdf\\_file/0008/97091/E89887.pdf](http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0008/97091/E89887.pdf). (accessed date: November 06, 2020).
- Wyon DP. 2004. The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air*, 14(Suppl 7): 92-101.
- Yıldız AC, Şenkal SF. 2014. Investigation and evaluation of the studies on the effects of building materials on human health. *Artium*, 2.
- Yücekaya M, Kocatürk F. 2017. Open green areas and park qualities in Kilis. *İnönü Univ Art and Design Mag*, 7(16): 80-94.
- Zarandi MM. 2006. Natural ventilation as a solution towards sustainability in architecture. International workshop on energy performance and environmental quality of buildings, Milos Island, Greece, pp. 1-4.
- Zeren L. 1959. Mimaride güneş kontrolü. İstanbul Teknik Üniversitesi Fakülteler Matbaası, İstanbul, Turkey, pp. 96.