

**KAFKAS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

**Cilt: 9      Sayı: 1      Temmuz 2016**

**KAFKAS UNIVERSITY**  
**INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL**

**Volume: 9      Number: 1      July 2016**

**ISSN – 1300 - 6037**





**KAFKAS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ**

**KAFKAS UNIVERSITY**  
**INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE JOURNAL**

**Cilt: 9**

**Sayı: 1**

**Temmuz 2016**

**Volume: 9**

**Number: 1**

**July 2016**

**ISSN: 1300-6037**

Kafkas Üniv. Fen Bil. Enst. Derg (Kafkas Univ.J.Sci.)  
Cilt: 9 Sayı: 1, Temmuz 2016 (Volume: 9 Number: 1, July 2016)  
<http://fbedergi.kafkas.edu.tr/kujs>

**Dergi Sahibi/Owner**

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adına  
Doç. Dr. Özlem GÜRSOY KOL  
On behalf of Kafkas University Rectorship,  
Graduate School of Natural and Applied Sciences

Editör/Editor

Doç. Dr. Mehmet Ali KIRPIK

**Yayın Kurulu**

Prof. Dr. Haydar YÜKSEK Kafkas Üniversitesi, Kars  
Prof. Dr. Gabil YAGUBOV Kafkas Üniversitesi, Kars  
Doç. Dr. Mehmet Ali KIRPIK Kafkas Üniversitesi Kars  
Yrd. Doç. Dr. Güventürk UĞURLU Kafkas Üniversitesi, Kars  
Yrd. Doç. Dr. Evren KOÇ Kafkas Üniversitesi Kars  
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kemal ALTUNOĞLU Kafkas Üniversitesi Kars

**Yazışma Adresi**

**(Address for Correspondence)**

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi  
Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
36100-Kars/ Türkiye  
Phone: +90 474 2128850  
Fax: +90 474 2123867  
E-mail: [fbedergi@kafkas.edu.tr](mailto:fbedergi@kafkas.edu.tr)

**Bu dergi Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından Ocak-Haziran ve Temmuz-Aralık dönemlerinde olmak üzere yılda iki kez yayımlanır.**

**This journal is published biannually, in January-June and July-December, by the Institute of Science Institute, University of Kafkas**

**Önemli Not:** Dergimizin adı, ilk sayısı (Cilt:1, Sayı:1) “Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi”; İkinci sayısı (Cilt:1, Sayı:2) “Fen Bilimleri Dergisi” ve üçüncü sayıdan itibaren (Cilt:2, Sayı:1) ise “Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi” olarak değiştirilmiştir.

**Danışma Kurulu**  
**(Advisor Board)**

- Prof. Dr. Ali Osman SOLAK Ankara Üniversitesi, Ankara  
Prof. Dr. Ö.Köksal ERMAN Atatürk Üniversitesi, Erzurum  
Prof. Dr. Esabi Başaran KURBANOĞLU Atatürk Üniversitesi, Erzurum  
Prof. Dr. David. W. STANLEY Agricultural Research Service, USA  
Prof. Dr. Ali GÜL Gazi Üniversitesi, Ankara  
Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ Gazi Üniversitesi, Ankara  
Prof. Dr. Mustafa SÖZEN Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak  
Prof. Dr. Ö.Faruk ALGUR Atatürk Üniversitesi, Erzurum  
Prof. Dr. Ramazan SEVER ODTÜ, Ankara  
Prof. Dr. Ahmet AKSOY Akdeniz Üniversitesi, Antalya  
Prof. Dr. Refige SOLTAN Selçuk Üniversitesi, Konya  
Prof. Dr. Serap AKSOY Yale University, USA  
Prof. Dr. Ten FEIZI Imperial College of science, UK  
Prof. Dr. Vaqif FERZELİYEV Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi, Bakü  
Prof. Dr. Yaşar ÖNEL University of Iowa, USA  
Prof. Dr. Adem BIÇAKÇI Uludağ Üniversitesi, Bursa  
Prof. Dr. Ahmet ALTINDAG Ankara Üniversitesi, Ankara  
Prof. Dr. Sibel ATASAGUN Ankara Üniversitesi, Ankara  
Prof. Dr. Kamil KOÇ Celal Bayar Üniversitesi, Manisa  
Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak  
Prof. Dr. Halit ORHAN Atatürk Üniversitesi, Erzurum  
Prof. Dr. Yüksel KELEŞ Mersin Üniversitesi, Mersin  
Doç. Dr. Mehmet Ali KIRPIK Kafkas Üniversitesi, Kars  
Doç. Dr. Atilla YILDIZ Ankara Üniversitesi, Ankara  
Doç. Dr. Ferruh AŞÇI Afyonkocatepe Üniversitesi, Afyon  
Doç. Dr. Aycan TOSUNOĞLU Uludağ Üniversitesi, Bursa  
Yrd. Doç. Dr. Güventürk UĞURLU Kafkas Üniversitesi, Kars  
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kemal ALTUNOĞLU Kafkas Üniversitesi  
Yrd. Doç. Dr. Pınar AKSU KILIÇLE Kafkas Üniversitesi  
Yrd. Doç. Dr. Özlem ÖNEN Kafkas Üniversitesi  
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KAPLAN Niğde Üniversitesi, Niğde  
Asistant Prof. Dr. Greg GOSS University of Alberta Canada, Department of Biological Science  
Assoc. Prof. Dr. Antonin LOJEK Academy of Sciences, Czech Republic.  
Assoc. Prof. Dr. Pavel HYRSL Masaryk University Czech Republic

## İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

<i>Hydrodroma despiciens</i> (Müller, 1776) (Acari, Hydrachnidia) Türünde Fe <sup>2+</sup> Metali Uygulamaları .....	1
Bozatalan (Tokat) Yöresi Makrofungusları .....	5
İyi Tarım Uygulamalarına Yönelik Üretici Görüşlerinin Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi (Kırklareli, Edirne, Tekirdağ ve Çanakkale İlleri Örneği).....	12
Fenolik Bileşik İçeren Bitkisel Antioksidanlar .....	26
Organofosforlu Pestisitlerin Yüksek Omurgalı Karaciğer Üzerindeki Etkileri.....	33
Ham ve Modifiye Edilmiş Bentonit Kullanılarak Sulu Çözeltilerden Remazol Brilliant Blue R Giderimi .....	46
Bitki Genetik Kaynakları, Muhafazası ve Türkiye Tohum Gen Bankası .....	53
Tokat İli Sphecidae (Insecta: Hymenoptera) Faunasının Belirlenmesi .....	55
Bazı Kirleticilerin Teleostlar Üzerindeki Genotoksik Etkileri .....	63
Akrilamidin <i>Capoeta capoeta</i> (Guldenstaedt 1773) Üzerindeki Genotoksik Etkileri .....	75
The Genotoxic Effects of Acrylamide on <i>Capoeta capoeta</i> (Guldenstaedt 1773) ...	75
Ham Petrolün Safra Kesesi ve Bağırsak Histolojisi Üzerine Etkileri.....	82
DERGİ YAZIM KURALLARI .....	90
INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS (January 2009) .....	93

## *Hydrodroma despiciens* (Müller, 1776) (Acari, Hydrachnidia) Türünde Fe<sup>2+</sup> Metali Uygulamaları

Ferruh AŞÇI<sup>1</sup>, Gülderen UYSAL AKKUŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

<sup>2-3</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü

Yayın Kodu (Article Code): 9-1A1

### Özet

Bu çalışmada yaygın bir su kenesi türü olan *Hydrodroma despiciens* kullanılmıştır. Örnekler 2015 Haziran-Ağustos ayları arasında Afyonkarahisar ili sınırlarındaki Karamık Gölü'nden toplandı. Laboratuvar ortamında akvaryumlarda küçük bir göl ekosistemi oluşturuldu ve içerisine belirli sayılarda bu türün canlı örnekleri konuldu. 10 günlük periyotlarda bu ortama artan miktarlarda ( $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-4}$ ,  $1 \times 10^{-3}$  ve  $1 \times 10^{-2}$  M) Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> tuzu ilavesi yapıldı. Belirli aralıklarla bu ortamdan su ve canlı örnekleri alınarak ICP (Inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy ICP-OES; Spectro Genesis, Germany) ile analize tabi tutuldu, sudaki ve canlıdaki demir absorplama oranları belirlendi. Ayrıca yine laboratuvar ortamında oluşturulan diğer bir akvaryum ise kontrol grubu olarak kullanıldı. Her iki ortamda da deney süresince canlılar sürekli gözleme tabi tutuldu. Çıkan sonuçlar toksikolojik olarak değerlendirildi. Sonuçta bu canlılarda Fe absorplama ve bu metale karşı tolerans sınırlarının oldukça yüksek olduğu görüldü.

**Anahtar Kelimeler:** Su kenesi, *Hydrodroma despiciens*, ağır metal, absorpsiyon, ICP

### Abstract

In this study, *Hydrodroma despiciens* which is a common type of water mite was used. Samples were collected from Lake Karamık in Afyonkarahisar in June-August 2015. A small lake ecosystem has been created in the aquarium in laboratory conditions and was placed into a certain number of living examples of this species. Iron salt was added increasing amounts ( $1 \times 10^{-5}$ ,  $1 \times 10^{-4}$ ,  $1 \times 10^{-3}$  ve  $1 \times 10^{-2}$  Molar) to this medium periodically. Taking water and living organism from this medium was analyzed by ICP (Inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy ICP-OES; Spectro Genesis, Germany) at regular intervals. Iron absorption rates were determined in the water and samples. Moreover another aquarium formed in vitro was used as control group. Samples were subjected to observation in both environment during the experiment. The results were evaluated as toxicological. Finally iron absorption of this species was seen very high of this metal towards tolerance limits.

**Keywords:** Water mites, *Hydrodroma despiciens*, heavy metal, absorption, ICP

### 1. Giriş

Dünyadaki iç su ekosistemleri sanayide kullanılan güçlü kimyasallar tarafından giderek artan oranlarda yoğun olarak kirletilmektedir (Choudri ve Baawain, 2014). Bu kirlenme neticesinde durgun ve akarsulardaki canlıların etkilenme düzeyleri oldukça farklılık göstermektedir. Başlangıç olarak temel düzeydeki planktonik organizmaların tam olarak etkilenme düzeylerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Çünkü sağlıklı su ekosistemlerinin devamlılığı bu temel organizmalara bağlıdır (Wynne, 2015).

Ağır metal tuzları sucul ortamlardaki bilinen en toksik maddelerin başında gelmektedir. Bu nedenle

bu metallerin aquatik canlılar üzerindeki etki düzeylerinin belirlenmesi sağlıklı su ekosistemleri açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu metaller çok düşük oranlarda bile birçok canlıda ölümcül etki göstermektedir. Bu olumsuz etki düzeyleri planktonik canlılarda daha belirgindir. Çünkü küçük boylu organizmalarda bu metaller tüm vücut tarafından absorblanmakta ve vücudun tüm hayati organlarına eşit düzeylerde etki etmektedir (Aşçı, 2016; Skubala ve Kafel 2004; Rai ve Haider, 2015).

Su keneleri kompleks bir yaşam döngüsüne sahiptir. Yumurtaları su içerisindeki, birçok farklı su bitkisi üzerinde bulunur. Bunlar larval

## 2 *Hydrodroma despiciens*

evrelerinde ekzoparazit olarak farklı hayvan türlerinde bulunurlar. Larval evrede üç çift bacak ile, ergen evrede ise dört çift bacak ile karakterize olunurlar. *Hydrodroma despiciens* bu çalışmada özellikle seçilmiştir, çünkü tüm iç su habitatlarında yaygın ve bol bulunan bir su kenesi türüdür. Bu türün vücut büyüklüğü yaklaşık olarak ortalama 1500 µm civarındadır. Bu açıdan bakıldığında su keneleri orta büyüklükteki zooplankton türlerinin önemli bir temsilcisidir (Uysal ve Aşçı, 2008).

Ağır metal tuzlarının toksikolojik çalışmalarına bakıldığında omurgalı türlerinde omurgasızlara göre daha fazla olduğu görülmektedir (Houston ve Keen, 1984; Tort ve Torres, 1988; Kumar ve Mathur, 1996; De Conto Cinier et al., 1997; Kalay ve Canlı, 2000; De Semert ve Blust, 2001; Olvick et al., 2001).

Omurgasız hayvanlar üzerine yapılan çalışmalardan bazıları ise şunlardır; Rayms-Keller ve ark. *Aedes aegypti* larvalarında bakır ve kadmiyumun etki düzeylerini çalışmışlardır (Rayms-Keller et al., 1998). Hare ve ark. (1994) omurgasızların bentik bölgedeki, sedimentlerde bulunan kadmiyum miktarları ve bunların bu omurgasızlar tarafından absorblanma miktarlarını ve etki düzeylerini incelemişlerdir. Sonuçta farklı omurgasız türlerinin kadmiyuma karşı hassasiyet sınırlarının farklı düzeylerde olduğunu belirtmişlerdir.

Keneler (Acari) ile ilgili toksikolojik çalışmaların çok daha az olduğu görülmektedir (Greig, et al. 1976; Burrows ve Whitton, 1983; Tyler et al., 1989; Rainbow, 1993; Dallinger, 1994; Skubała ve Zaleski, 2012; Aşçı vd. 2015). Örneğin; Skubała ve Zaleski (2012)'nin çalışmasında oribatid türlerinde ağır metal uygulamaları yapılmıştır. Bu çalışmada kadmiyum, çinko ve bakır metalleri kullanılmış, sonuçta bu metallerin bu tür üzerinde farklı tepkiler oluşturduğu gözlenmiştir.

Su keneleri ile ilgili olarak Aşçı ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada *Hydrodroma despiciens* türünde ağır metal tuzlarının  $[Ni(NO_3)_2, Cu(NO_3)_2, Cd(NO_3)_2, Hg(NO_3)_2$  ve  $Pb(NO_3)_2]$  toksikolojik etki düzeylerini araştırmışlardır. Bu çalışmada bu ağır metal tuzlarından toksik etkisi en yüksek Hg, en düşük olan ise Ni olduğunu belirtmişlerdir.

## 2. MATERYAL METOT

### 2.1. Örneklerin toplanması

Örnekler, 2015 yılında Nisan-Eylül ayları arasında Karamık Gölü'nden (Afyon, Türkiye) toplanmıştır. Örnekler kıyı bölgelerinden özel yapım plankton kepçeleri ve çelik eleklerle toplandı. Eş zamanlı olarak aynı ortamdan su bitkileri toplanarak poşetlere göl suyu ile birlikte konuldu. Bu alınan örnekler laboratuvarında ışıklandırılmış ortamda beyaz küvetlerden uygun pipetler kullanılmak sureti ile alınarak petri kaplarına konuldu. Mikroskop altında tür tayini yapıldı. Tanımlanan bu örnekler daha önceden hazırlanan akvaryumlara eşit sayıda (yaklaşık olarak 500 birey) konuldu. Akvaryumlar göl suları (40 ar litre) ile doldurulup içerisine göl bitkileri ilave edildi. Bu şekilde hazırlanan iki adet akvaryum oluşturuldu. Bunlardan birisi deney, diğeri ise kontrol grubu yapıldı. Akvaryumlar laboratuvarında bol ışıklı cam kenarlarına konuldu. Akvaryum suları yaklaşık olarak 18 °C'da tutularak göl ısı ile uyumu sağlandı.

### 2.2. Ağır Metal Uygulamaları

Bu çalışmada Fe nitrat tuzu kullanıldı. Çalışmada birinci uygulamada  $1 \times 10^{-5}$  Molar demir nitrat tuzu (Merck) akvaryuma hassas terazi (Bel Engineering M214Aİ) ile ölçülerek ilave edildi. Akvaryum on gün boyunca gözlendi. İkinci uygulamada tuz konsantrasyonu  $1 \times 10^{-4}$  molara çıkarıldı. Aynı zaman periyodunda işlemler tekrar edildi. Üçüncü uygulamada miktar  $1 \times 10^{-3}$  molara çıkarıldı, dördüncü ve son uyguma ise  $1 \times 10^{-2}$  molara çıkarıldı. Elde edilen sonuçlar kaydedildi.

### 2.3 Kimyasal Analizler

Analizler üç başlık altında gerçekleştirildi.

#### a) Su kenesi örneklerinin analizi

Bu analizde su kenesi örneklerinin absorbladıkları demir metal tuz miktarı ölçüldü. Bu deneyde aşağıdaki yöntem kullanıldı:

On günlük bir sürenin sonunda hem kontrol grubu hem de deney grubu akvaryumundan 100'er adet birey rastgele toplanarak saklama şişelerine konuldu. Daha sonra bunlar ultra (marka yazılacak) saf su ile yıkanarak 10'ar mililitrelik deney tüplerine alındı. Her birine 3'er mililitre derişik nitrik asit (% 63) ( $HNO_3$ ) ilave edilerek su banyosunda az miktar ısıtılarak örneklerin asit içerisinde tamamen çözünmesi sağlandı. Tüpler içerisinde tamamen çözünen su kenesi örnekleri



aynı laboratuvar ortamında bulunan ICP (Inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy ICP-OES; Spectro Genesis, Germany) cihazıyla ppm düzeyinde analiz edildi.

### b) Akvaryum su analizleri

Diğer taraftan eş zamanlı olarak hem kontrol grubu hem de deney grubu akvaryumundan alınan su numuneleri watman marka mavi bant süzgeç kağıdı ile süzüldü. Her birinden 10'ar mililitrelik deney tüplerine 7'şer mililitre alınarak üzerleri derişik nitrik asit ile 10 mililitreye tamamlandı Daha sonra aynı ICP cihazıyla aynı şekilde analize tabi tutuldu.

### c) Data analizleri

Su kenesi örneklerinin absorbladığı metal miktarları ve akvaryum suları ICP cihazı ile ppm düzeyinde ölçümleri gerçekleştirildi. Çıkan sonuçlar tablo haline getirildi. Bu elde edilen veriler interpolasyon yöntemi kullanılarak değerlendirildi. Bu yöntem sonucu R<sup>2</sup> değeri yaklaşık 1.00 olarak hesaplandı.

### 3. Sonuç ve Tartışma

Daha önceki yapılan çalışmalara bakıldığında ağır metallerin sistematik kategorideki tüm canlılar üzerinde etkili olduğu ve bu etki düzeylerinin ağır metal ve canlı türüne bağlı olarak çok değişiklik gösterdiği görülmektedir.

Bu çalışmada *Hydrodroma despiciens* türünde ICP ölçümleri sonucunda elde edilen metal miktarları şu şekildedir; 0.622, 1.338, 4.607 ve 7.102. Akvaryum suyunda ölçülen değerler ise sırası ile 0.005, 0.006, 0.137 ve 0.478 ppm değerindedir. Tüm bu veriler değerlendirildiğinde *Hydrodroma despiciens* türünün Fe absorblama miktarının ortama verilen metal miktarı oranında arttığı görülmektedir. Bu durum demirin bu tür bakımından absorblanma oranının yüksek olduğunu göstermektedir. Tüm bu Fe yüklemesi uygulamaları sürecinde canlılarda herhangi bir anormallik kaydedilmedi. Her iki ölçüm sonucunda Fe elementinin bu tür tarafından ortamdaki çok hızlı bir şekilde absorblandığı görülmektedir. Sonuç olarak ortamın konsantrasyonu en son 1x10<sup>-2</sup> mol.L<sup>-1</sup> olacak şekilde yükleme yapılmıştır. Bu miktardaki Fe elementi doğal göl ortamlarının içerdiğinin çok üzerindedir. Bu nedenle bu elementin Hydrachnidia türleri üzerine olumsuz etkisi gözlenmemiştir. Bu durum daha önceki bir çalışma ile uygunluk göstermektedir (Rousch et al., 1997).

Daha önce Aşçı ve ark. (2016) bu tür ile ilgili ağır metal çalışmalarında beş ağır metal kullanmışlardır. Bu çalışmada ağır metallerin toksik etkileri bu tür açısından (*Hydrodroma despiciens*) sıralandığında; en toksik olanlar Hg, Cd, Cu; toksik etkisi daha düşük gözlenenler ise Pb ve Ni'dir. Bu çalışmada kullanılan demir elementinin etki düzeyi Ni elementi ile benzerlik göstermektedir.

### 4. Kaynaklar

**Aşçı F, Bahadır M, Akkuş, GU 2015.** Study on the Impact of Elements in Water on the Diversity of Water Mites (Acari, Hydrachnidia) Species. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 6: 259.

**Aşçı F, Akkuş GU, Yaman İ 2016.** Determination of the ecological impact levels on *Hydrodroma despiciens* (Müller, 1776) (Acari, Hydrachnidia) which is a common water mite in terms of heavy metal applications. *Pakistan J. Zool.*, 48: 345-348.

**Bezdek JC, Richard JH 1987.** Clustering with Relational c-means Partitions From Pairwise Distance Data. *Mathematical Modelling*, 9: 435-439.

**Burrows IG, Whitton BA 1983.** Heavy metals in water, sediments and invertebrates from a metal-contaminated river free of organic pollution. *Hydrobiologia*, 106: 263-273.

**Choudri BS, Baawain M 2014.** Effects of Pollution on Freshwater Organisms. *Water Environment Research*, 86: 1832-1868.

**Dallinger R 1994.** Invertebrate organisms as biological indicators of heavy metal pollution. *Appl. Biochem. Biotech.*, 48: 27-31.

**De Conto Cinier C, Ramel MP, Faure R, Garin D, Bouvet Y 1999.** Kinetics of Cd accumulation and elimination in carp (*Cyprinus carpio*) tissues. *Comp. Biochem. Phys. A*, 122: 345-352.

**De Semert, H Blust R 2001.** Stress responses and changes in protein metabolism in carp *Cyprinus carpio* during cadmium exposure. *Ecotox. Environ. Safe.*, 48: 255-262.

**Greig RA, Wenzloff DR, Pearce JB 1976.** Distribution and abundance of heavy metals in finfish, invertebrates and sediments collected at a

deepwater disposal site. *Mar. Pollut. Bull.*, 7: 185-187.

**Hare L, Carignan R, Huerta-Diaz MA 1994.** A field study of metal toxicity and accumulation by benthic invertebrates; implications for the acid-volatile sulfide (AVS) model. *Limnology and Oceanography*, 39: 1653-1668.

**Houston AH, Keen JE 1984.** Cadmium inhibition of erythropoiesis in goldfish, *Carassius auratus*. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 41: 1829-1834.

**Kalay M, Canlı M, 2000.** Elimination of essential (Cu, Zn) and non-essential (Cd, Pb) metals from tissues of a freshwater fish *Tilapia zillii*. *Turk. J. Zool.* 24: 429-436.

**Kumar A, Mathur RP 1996.** Bioconcentration kinetics and organ distribution of cadmium in a fresh water teleost *Colisa fasciatus*. *Environ. Technol.*, 17: 391-398.

**Olvisk PA, Gundersen P, Andersan RA, Zachariassena KA 2001.** Metal accumulation and metallothionein in brown trout, *Salmo trutta*, from two Norwegian rivers differently contaminated with Cd, Cu and Zn. *Comp. Biochem. Phys. C*, 128: 189-201.

**Rai A N, Ullah A, Haider J 2015.** Determination of Acute Toxicity of Copper and Cobalt for *Tilapia nilotica*. *J. Bioresource Management*, 2: 3.

**Rainbow PS 1993.** The significance of trace metal concentrations in marine invertebrates. *Ecotox. Metals in Invertebrates*, 3-23.

**Rayms-Keller A, Olson KE, McGaw M, Oray C, Carlson JO, Beaty BJ 1998.** Effect of heavy metals on *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvae. *Ecotox. Environ. Safe*, 39: 41-47.

**Rousch JM, Simmons TW, Kerans BL, Smith BP 1997.** Relative acute effects of low pH and high iron on the hatching and survival of the water mite (*Arrenurus manubriator*) and the aquatic insect (*Chironomus riparius*). *Environ. Toxicol. Chem*, 16: 2144-2150.

**Skubala P, Kafel A 2004.** Oribatid mite communities and metal bioaccumulation in oribatid species (Acari, Oribatida) along the heavy metal

gradient in forest ecosystems. *Environ. Pollut.*, 132: 51-60.

**Skubala P, Zaleski T 2012.** Heavy metal sensitivity and bioconcentration in oribatid mites (Acari, Oribatida): gradient study in meadow ecosystems. *Science of the Total Environment*, 414: 364-372.

**Tort L, Torres P 1988.** The effects of sublethal concentrations of cadmium on haematological parameters in the dogfish, *Scyliorhinus canicula*. *J. Fish. Biol.*, 32: 277-282.

**Tyler G, Pahlsson AMB, Bengtsson G, Baath E, Tranvik L 1989.** Heavy-metal ecology of terrestrial plants, microorganisms and invertebrates. *Water Air Soil Poll.*, 47: 189-215.

**Uysal G, Aşçı F 2008.** Karamık Gölü (Afyonkarahisar) Su Kenesi (Acari: Hydrachnidia) Faunası. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1: 75-80.

**Wynne J, LaDouceur EE, Ryan H 2015.** Clinical copper toxicosis in a large mixed group of marine invertebrates. *J. Zoo and Wildlife Medicine*, 46: 601-604.

## Bozatalan (Tokat) Yöresi Makrofungusları

İbrahim TÜRKEKUL<sup>1</sup>, Hakan IŞIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Tokat.

<sup>2</sup>Sosyal Bilimler Lisesi, Tokat.

**Makale Kodu (Article Code): 9-1A2**

### Özet

Bu çalışmada, 2013-2014 yılları arasında Bozatalan (Tokat) yöresinden makromantar örnekleri toplanmıştır. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda 2 bölüm ve 24 familyada dağılım gösteren 82 makromantar teşhis edilmiştir. Teşhisi yapılan türlerden 6'sı *Ascomycota*, 76'sı *Basidiomycota* bölümlerine aittir.

**Anahtar Kelimeler:** Bioçeşitlilik, Bozatalan, makromantar, Tokat

### Macrofungi of Bozatalan (Tokat) District

#### Abstract

In this study, macrofungi samples were collected in Bozatalan (Tokat) province between 2013-2014. As a result of the field and laboratory studies, 82 macrofungi species belonging to 2 division and 24 families were identified. 6 species belonged to *Ascomycota*, and the remaining 76 taxa belonged to *Basidiomycota*.

**Key Words:** Biodiversity, Bozatalan, macrofungi, Tokat

**E-mail:** [ibrahim.turkekul@gop.edu.tr](mailto:ibrahim.turkekul@gop.edu.tr)

### 1. Giriş

Ülkemizin makrofungus zenginliğinin ortaya çıkarılması için yapılan çalışmalar sonucunda 2015 yılına kadar 2422 tür tanımlanmıştır (Sesli et al., 2014; Solak et al., 2015). Yapılan son çalışmalarla bu sayı her geçen gün artmaktadır (Akata et al., 2015; Güngör et al., 2015; Kaya et al., 2016a, b; Sesli et al., 2015a, b; Türkekul, 2015; Türkoğlu et al., 2015; Uzun et al., 2015, Vizzini et al., 2015; Acar et al., 2016; Doğan et al., 2016; Sesli et al., 2016a, b).

Çalışma yöresi olan Bozatalan, Tokat ilinin merkezine bağlı kuzeybatı istikametinde bulunan bir orman köyüdür. Bölge Meşe, Kayın ve Lokal olarak bulunan Sarıçam gibi ağaçların yer aldığı bitki örtüsüne sahiptir. İklim olarak Orta Karadeniz ve İç Anadolu iklim geçiş kuşağı altındadır (Anonim, 2016). Bu çalışmanın amacı Bozatalan ve çevresinin makromantar çeşitliliğini tespit etmek ve ülkemiz mikotasının ortaya çıkarılmasına yönelik yapılan çalışmalara katkıda bulunmaktır.

### 2. Materyal ve Yöntem

Makromantar örnekleri 2013-2014 yılları arasında Tokat il sınırları içerisinde bulunan Bozatalan yöresinden toplanmıştır. Örneklerle ait morfolojik ve ekolojik özellikleri not edilip fotoğrafları çekilmiştir. Mantarların fotoğraflarının alınması

esnasında morfolojik özellikleri mümkün olduğu kadar gösterilmeye çalışılmıştır. Laboratuvar ortamına getirilen örneklerin spor izleri alındıktan sonra Nikon marka araştırma mikroskobu altında spor, sistit ve pleipellis gibi mikroskopik yapılarından faydalanılarak teşhisleri yapılmıştır. Teşhisi yapılan makromantar örnekleri Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Fungaryumu'nda saklanmaktadır.

### 3. Bulgular

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında elde edilen verilere göre ilgili literatürlerden (Breitenbach et al., 1984-2000; Phillips, 1981; Moser, 1983; Bon, 1987; Ellis et al, 1990; Jordan, 1995; Kränzlin, 2005) yararlanılarak türlerin teşhisleri yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda 2 bölüm ve 24 familyada dağılım gösteren 82 makromantar türü teşhis edilmiştir. Teşhisi yapılan türlerden 6'sı *Ascomycota*, 76'sı *Basidiomycota* bölümlerine aittir. Taksonların sistematiği Index Fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org); erişim tarihi, 09.05.2016)'a göre düzenlenmiş ve taksonlar alfabetik olarak listelenmiştir.

**Ascomycota**  
**Helvellaceae**

**1. *Helvella lacunosa*** Afzel.

Karışık ormanlık alanlarda, 15.06.2014, 40° 24' 270" K, 036° 24' 359" D, 1186 m, İ&H: 95

**2. *Paxina queletii*** (Bres.) Stangl

Çam ibreleri arası, 15.06.2014, 40° 24' 260" K, 036° 24' 445" D, 1194 m, İ&H: 92.

**Morchellaceae**

**3. *Morchella elata*** Fr.

*Pinus sylvestris* ormanı, 06.05.2013, 40° 25' 339" K, 036° 27' 510" D, 1485 m, İ&H: 12.

**4. *Morchella esculenta*** (L.) Pers.

*Pinus sylvestris* ormanı, 06.05.2013, 40° 25' 147" K, 036° 27' 114" D, 1507 m, İ&H: 09.

**5. *Verpa conica*** (O.F. Müll.) Sw.

Karışık ormanlık alanda, titrek kavaklar altında 15.06.2014, 40° 24' 266" K, 036° 24' 519" D, 1210 m, İ&H: 98.

**Pezizaceae**

**6. *Sarcosphaera coronaria*** (Jacq.) J. Schröt.

Karışık ormanlık alanda, 06.05.2013, 40° 25' 111" K, 036° 27' 182" D, 1478 m, İ&H: 07.

**Basidiomycota**

**Agaricaceae**

**7. *Agaricus bisporus*** (J.E. Lange) Imbach

Orman kenarı açık alan çimenler arası, 21.05.2014, 40° 25' 195" K, 036° 27' 519" D, 1232 m, İ&H: 79.

**8. *Agaricus campestris*** L.

*Pinus sylvestris* ormanı, gübrelik-çimenlik alan, 21.05.2014, 40° 24' 358" K, 036° 28' 061" D, 1396 m, İ&H: 82.

**9. *Agaricus silvicola*** (Vittad.) Peck

Karışık orman, yaprak döküntüleri arası, 15.06.2014, 40° 24' 127" K, 036° 24' 258" D, 1190 m, İ&H: 93.

**10. *Agaricus macrosporus*** (F.H. Møller & Jul. Schäff.) Pilát

Çayırılık çimenlik alanlarda, 15.06.2014, 40° 24' 135" K, 036° 24' 260" D, 1192 m, İ&H: 101.

**11. *Bovista nigrescens*** Pers

Yol kenarı çayırılık alan, 18.05.2013, 40° 24' 129" K, 036° 24' 182" D, 1217 m, İ&H: 14.

**12. *Bovista plumbea*** Pers

Çayırılık ve çimenliklerde, 18.05.2013, 40° 24' 128" K, 036° 24' 121" D, 1250 m, İ&H: 16.

**13. *Cyathus olla*** (Batsch) Pers.

Küçük odun parçaları ve organik atıklar üzerinde, 21.05.2014, 40° 24' 101" K, 036° 24' 334" D, 1232 m İ&H: 84.

**14. *Lepiota cristata*** (Bolton) P. Kumm.

Grup halinde, orman içi patika kenarında, 18.05.2013, 40° 24' 124" K, 036° 24' 136" D, 1249 m, İ&H: 17.

**15. *Lycoperdon molle*** Pers.

Karışık orman, yaprak döküntüleri arası, 12.10.2014, 40° 24' 079" K, 036° 24' 243" D, 1234 m, İ&H: 105.

**16. *Lycoperdon perlatum*** Pers.

Karışık orman toprak üstü grup halinde çam ibreleri arasında, 14.06.2013, 40° 24' 118" K, 036° 24' 456" D, 1237 m, İ&H: 27.

**17. *Lycoperdon pratense*** Pers.

Orman içi yürüyüş yolu kenarı çimenler arası, 18.10.2014, 40° 24' 091" K, 036° 24' 558" D, 1211 m, İ&H: 118.

**18. *Lycoperdon pyriforme*** Schaeff.

Ölü ağaç kütüğü üzerinde, 14.06.2013, 40° 24' 072" K, 036° 24' 364" D, 1239 m, İ&H: 29

**19. *Tulostoma brumale*** Pers. Moser

Toprak üstü yosunların arası, 18.10.2014, 40° 24' 244" K, 036° 24' 597" D, 1176 m, İ&H: 120.

**Amanitaceae**

**20. *Amanita argentea*** Huijsman

Karışık orman kireçli topraklı alanlarda, 14.06.2013, 40° 24' 376" K, 036° 25' 452" D, 1185 m, İ&H: 30.

**21. *Amanita caesarea*** (Scop.) Pers.

Karışık orman, meşe ağacı altında, 21.05.2014, 40° 24' 192" K, 036° 25' 081" D, 1280 m, İ&H: 88.

**22. *Amanita citrina*** Pers.

*Pinus sylvestris* ormanı, 15.06.2014, 40° 24' 378" K, 036° 28' 181" D, 1387 m, İ&H: 103.

**23. *Amanita pantherina*** (DC.) Krombh.  
Karışık orman, yaprak döküntüleri arası,  
21.05.2014, 40° 24' 209" K, 036° 25' 560" D, 1288  
m, İ&H: 91.

**24. *Amanita vaginata*** (Bull.)  
Meşe ağaçları altında, 21.05.2014, 40° 24' 212" K,  
036° 25' 248" D, 1223 m, İ&H: 80.

#### ***Boletaceae***

**25. *Boletus edulis*** Bull.  
Meşelik alanlarda, 14.06.2013, 40° 24' 326" K,  
036° 25' 540" D, 1211 m, İ&H: 82

**26. *Leccinellum crocipodium*** (Letell.) Della  
Maggiara & Trassin. (Letell.) Watling  
Meşelik alanlarda, 03.10.2013, 40° 24' 134" K,  
036° 25' 125" D, 1216 m, İ&H: 40.

**27. *Suillellus luridus*** (Schaeff.) Murrill  
Meşelik alanlarda, 15.06.2014, 40° 24' 816" K,  
036° 25' 392" D, 1254 m, İ&H: 94.

**28. *Xerocomellus chrysenteron*** (Bull.) Šutara  
Meşe ağaçlarının yaprak döküntüleri arasında,  
03.10.2013, 40° 24' 211" K, 036° 25' 247" D, 1230  
m, İ&H: 41.

#### ***Cantharellaceae***

**29. *Cantharellus cibarius*** Fr.  
Meşe ağaçlarının yaprak döküntüleri  
arasında, 21.05.2014, 40° 24' 146" K, 036° 25' 080"  
D, 1292 m, İ&H: 81.

**30. *Cantharellus friesii*** Quél.  
Karışık orman, yaprak döküntüleri arası,  
15.06.2014, 40° 24' 119" K, 036° 25' 521" D, 1241  
m, İ&H: 96.

#### ***Cortinariaceae***

**31. *Cortinarius allutus*** Fr.  
*Pinus sylvestris* ormanı, 18.10.2014, 40° 25' 498"  
K, 036° 26' 280" D, 1333 m, İ&H: 121.

**32. *Cortinarius delibutus*** Fr.  
Karışık orman huş ağacı altı, 12.10.2014, 40° 24'  
202" K, 036° 24' 147" D, 1197 m, İ&H: 108.

**33. *Cortinarius fulvescens*** Fr.

Karışık ormanlık alanda, 15.06.2014, 40° 24' 378"  
K, 036° 28' 181" D, 1387 m, İ&H: 97.

**34. *Cortinarius subtortus*** (Pers.) Fr.  
Karışık ormanlık alanda, 21.05.2014, 40° 24' 162"  
K, 036° 25' 409" D, 1261 m, İ&H: 83.

**35. *Cortinarius umbrinolens*** P.D. Orton  
Karışık ormanlık alanlarda, 14.06.2013, 40° 24'  
266" K, 036° 25' 550" D, 1260 m, İ&H: 33.

#### ***Ganodermataceae***

**36. *Ganoderma applanatum*** (Pers.) Pat.  
Karışık orman, kayın ağacı gövdesi üzeri,  
10.05.2014, 40° 24' 134" K, 036° 26' 186" D, 1244  
m, İ&H: 70.

**37. *Ganoderma resinaceum*** Boud.  
Meşelik alanlarda, 03.10.2013, 40° 24' 143" K,  
036° 25' 117" D, 1290 m, İ&H: 45.

#### ***Gomphidiaceae***

**38. *Chroogomphus helveticus*** (Singer) M.M.  
Moser  
*Pinus sylvestris* ormanı, 21.05.2014, 40° 24' 186"  
K, 036° 25' 242" D, 1218 m İ&H: 85.

**39. *Chroogomphus rutilus*** (Schaeff.) O.K. Mill.  
*Pinus sylvestris* altlarında, 12.10.2014, 40° 25' 363"  
K, 036° 28' 056" D, 1559 m, İ&H: 107.

#### ***Hydnangiaceae***

**40. *Laccaria bicolor*** (Maire) P.D. Orton  
Karışık ormanlık alanda, 21.05.2014, 40° 24' 376"  
K, 036° 25' 452" D, 1185 m, İ&H: 86.

**41. *Laccaria laccata*** (Scop.) Cooke  
Karışık ormanlık alanlarda, 18.05.2013, 40° 24'  
402" K, 036° 25' 362" D, 1204 m, İ&H: 18.

#### ***Inocybaceae***

**42. *Inocybe queletii*** Konrad  
Karışık ormanlarda, kireçli ve kumlu toprak üzeri,  
10.05.2014, 40° 24' 143" K, 036° 26' 119" D, 1286  
m, İ&H: 66

**43. *Inocybe rimosa*** (Bull.) P. Kumm.

Karışık orman çalı altı kumlu-killi toprak üstü, 14.06.2013, 40° 24' 24" K, 036° 25' 59" D, 1276 m, İ&H: 28.

**44. *Inocybe whitei*** (Berk. & Broome) Sacc.

*Pinus sylvestris* ormanı çam ağacı altı, 14.06.2013, 40° 24' 344" K, 036° 28' 118" D, 1383 m, İ&H: 31.

**Marasmiaceae**

**45. *Marasmius oreades*** (Bolton) Fr.

Çayırılık alan, 10.05.2014, 40° 24' 135" K, 036° 26' 083" D, 1296 m, İ&H: 67.

**Mycenaceae**

**46. *Mycena pura*** (Pers.) P. Kumm.

Karışık ormanlık alanda, 10.05.2014, 40° 24' 092" K, 036° 26' 070" D, 1305 m, İ&H: 71.

**Physalacriaceae**

**47. *Armillaria mellea*** (Vahl) P. Kumm.

Meşe ormanı meşe kütüğü etrafında küme halinde, 08.10.2013, 40° 24' 279" K, 036° 25' 545" D, 1258 m, İ&H: 58.

**48. *Hymenopellis radicata*** (Relhan) R.H. Petersen

Karışık orman kayın kütüğü üzerinde, 18.05.2013, 40° 24' 140" K, 036° 27' 004" D, 1287 m, İ&H: 20.

**Pleurotaceae**

**49. *Pleurotus cornucopiae*** (Paulet) Rolland

Meşe kütüğü üzeri, 08.10.2013, 40° 24' 257" K, 036° 26' 062" D, 1275 m, İ&H: 55.

**50. *Pleurotus eryngii*** (DC.) Quel. *Eryngium* sp.

bitkisinin kalıntıları üzerinde, 10.05.2014, 40° 24' 121" K, 036° 26' 164" D, 1262 m, İ&H: 68.

**Polyporaceae**

**51. *Fomes fomentarius*** (L.) Fr.

Karışık ormanda, *Populus* sp. kütüğü üzerinde, 08.10.2013, 40° 24' 204" K, 036° 26' 117" D, 1297 m, İ&H: 54.

**52. *Trametes coccinea*** (Fr.) Hai J. Li & S.H. He

Karışık orman, kayın ağacı dalı üzeri, 18.10.2014, 40° 25' 085" K, 036° 26' 001" D, 1325 m, İ&H: 119.

**53. *Trametes hirsuta*** (Wulfen) Lloyd

Karışık orman, çürümüş Meşe ağacı dalı üzeri, 08.10.2013, 40° 24' 187" K, 036° 25' 533" D, 1300 m, İ&H: 125.

**Psathyrellaceae**

**54. *Coprinellus micaceus*** (Bull.) Vilgalys

*Pinus sylvestris* ormanı ağaç kütüğü üzeri, 06.05.2013, 40° 25' 014" K, 036° 28' 010" D, 1467 m, İ&H: 03.

**55. *Panaeolus papilionaceus*** (Bull.) Quél.

*Pinus sylvestris* ormanı, patika kenarı hayvan gübresi üzeri, 18.05.2013, 40° 24' 386" K, 036° 28' 065" D, 1394 m İ&H: 15

**56. *Psathyrella candolleana*** (Fr.) Maire

Meşe ormanı çürümüş ağaç kütüğü çevresi, 10.05.2014, 40° 23' 455" K, 036° 25' 599" D, 1349 m, İ&H: 69.

**Rhizopogonaceae**

**57. *Rhizopogon ochraceorubens*** A.H. Sm.

*Pinus sylvestris* ormanı kumlu toprak üzeri, 12.10.2014, 40° 25' 358" K, 036° 28' 090" D, 1572 m, İ&H: 106.

**Russulaceae**

**58. *Lactarius acerrimus*** Britzelm.

Meşelik alanlarda, 14.06.2013, 40° 24' 190" K, 036° 25' 580" D, 1292 m, İ&H: 34.

**59. *Lactarius deliciosus*** (L. ex Fr.) S.F.Gray

*Pinus sylvestris* ormanı, çam ibreleri arası, 21.05.2014, 40° 25' 401" K, 036° 27' 384" D, 1482 m, İ&H: 87

**60. *Lactarius deterrimus*** Gröger

*Pinus sylvestris* ormanı çam ibreleri arası, 18.05.2013, 40° 24' 498" K, 036° 28' 153" D, 1437 m, İ&H: 19.

**61. *Russula delica*** Fr.

Karışık orman yaprak döküntüleri arası, 03.10.2013, 40° 24' 161" K, 036° 24' 614" D, 1241 m, İ&H: 42

**62. *Russula sanguinaria*** (Schumach.) Rauschert

*Pinus sylvestris* ormanı çam ibreleri arası, 04.06.2013, 40° 24' 390" K, 036° 28' 572" D, 1382 m, İ&H: 35.

**63. *Russula luteotacta* Rea**

Meşe ormanı meşe ağacı altı yaprak döküntüleri arası, 14.06.2013, 40° 24' 178" K, 036° 25' 101" D, 1280 m, İ&H: 36.

**Schizophyllaceae****64. *Schizophyllum commune* Fr.**

Meşe dalı üzeri, 03.10.2013, 40° 24' 096" K, 036° 24' 101" D, 1225 m, İ&H: 43.

**Strophariaceae****65. *Agrocybe praecox* (Pers.) Fayod**

Meşe ormanı açık alan çimenler arası, 18.05.2013, 40° 23' 592" K, 036° 27' 333" D, 1271 m, İ&H: 21.

**66. *Agrocybe vervacti* (Fr.) Singer**

Meşe ormanı, çimenliklerde, 15.06.2014, 40° 24' 265" K, 036° 24' 513" D, 1188 m, İ&H: 99.

**67. *Cyclocybe parasitica* (G. Stev.) Vizzini**

Karışık orman *Populus* sp. kütüğü üzeri, 12.10.2014, 40° 24' 099" K, 036° 26' 419" D, 1201 m, İ&H: 109.

**68. *Hebeloma crustuliniforme* (Bull.) Qué.**

Meşe ormanı çalılık alan, 03.10.2013, 40° 24' 341" K, 036° 25' 304" D, 1252 m, İ&H: 46.

**69. *Hebeloma mesophaeum* (Pers.) Qué.**

*Pinus sylvestris* ormanı, 18.10.2014, 40° 25' 195" K, 036° 28' 108" D, 1538 m, İ&H: 122

**70. *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm.**

*Pinus sylvestris* ormanı, çürümüş ağaç kütüğü üzeri, 18.10.2014, 40° 24' 124" K, 036° 28' 055" D, 1310 m, İ&H: 123.

**71. *Stropharia aeruginosa* (Curtis) Qué.**

*Pinus sylvestris* ormanı döküntüler üzerinde asidik topraklarda, 12.10.2014, 40° 25' 359" K, 036° 28' 039" D, 1549 m, İ&H: 110.

**72. *Stropharia coronilla* (Bull.) Qué.**

Çayırılık alan, 06.05.2013, 40° 25' 367" K, 036° 27' 552" D, 1518 m, İ&H: 02.

**Suillaceae****73. *Suillus collinitus* (Fr.) Kuntze**

Karışık ormanlık alanda, 15.06.2014, 40° 24' 385" K, 036° 28' 304" D, 1356 m, İ&H: 100.

**74. *Suillus granulatus* (L.) Roussel**

Küçük gruplar halinde çamlık alanlarda, 08.10.2013, 40° 24' 163" K, 036° 26' 108" D, 1286 m, İ&H: 56.

**75. *Suillus luteus* (L.) Roussel**

*Pinus sylvestris* ormanı çam ibreleri arası, 21.05.2014, 40° 24' 482" K, 036° 28' 599" D, 1412 m, İ&H: 89.

**Tricholomataceae****76. *Clitocybe geotropa* (Bull.) Qué.**

Karışık orman, çalılar arası, 12.10.2014, 40° 24' 097" K, 036° 26' 231" D, 1257 m, İ&H: 112.

**77. *Clitocybe odora* (Bull.) P. Kumm.**

Karışık orman, meşe ağaçları altında, 12.10.2014, 40° 24' 208" K, 036° 24' 068" D, 1215 m, İ&H: 113.

**78. *Clitocybe rivulosa* (Pers.) P. Kumm.**

Meşe ormanı kumlu toprak çimenler arası, 08.10.2013, 40° 24' 109" K, 036° 25' 430" D, 1213 m, İ&H: 57.

**79. *Hygrocybe conica* (Scop.) P. Kumm.**

Çimenler arası, 15.06.2014, 40° 24' 468" K, 036° 28' 171" D, 1432 m, İ&H: 102.

**80. *Lepista nuda* (Bull.) Cooke**

*Pinus sylvestris* ormanı çalılar arasında, 18.10.2014, 40° 25' 124" K, 036° 26' 155" D, 1321 m, İ&H: 125.

**81. *Tricholoma batschii* Gulden**

Karışık ormanlık alanda, 18.10.2014, 40° 25' 239" K, 036° 26' 192" D, 1326 m, İ&H: 124.

**82. *Tricholoma terreum* (Schaeff.) P. Kumm**

*Pinus sylvestris* ormanı çam ağaçları altı çam ibreleri arası, 21.05.2014, 40° 24' 473" K, 036° 28' 073" D, 1430 m, İ&H: 90.

**Tartışma ve Sonuç**

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda *Ascomycota* ve *Basidiomycota* bölümlerine ait 24 familya içinde dağılım gösteren toplam 82 makrofungus taksonu tespit edilmiştir. Araştırma sahasında belirlenen makromantarların 47.5%'i yenebilen, 37.8%'i yenmeyen ve 14.6% zehirli türlerden oluşmaktadır. Teşhisi yapılan mantarlardan yöre halkı tarafından yenen taksonlar *Boletus edulis*, *Lactarius deliciosus*, *Lactarius*

*piperatus*, *Marasmius oreades*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus campestris* şeklindedir. Çalışmalar sonucu teşhisi yapılan yenen mantar sayısı 39 olmasına rağmen bunlardan ancak 6 tanesi halk tarafından yenilmektedir.

### Kaynaklar

**Acar İ, Demirel K, Ömeroğlu, Boztepe G 2016.** Lice (Diyarbakır) Yöresi Makrofungusları. *The Journal of Fungus*, 7(1):29-39.

**Akata I, Heluta VP 2015.** First record of *Erysiphe syringae-japonicae* in Turkey. *Mycotaxon*, 130:259-264.

**Anonim 2016.**

[https://tr.wikipedia.org/wiki/Bozatalan\\_Tokat](https://tr.wikipedia.org/wiki/Bozatalan_Tokat)

**Bon M. 1987.** The Mushrooms and Toadstools of Britain and North Western Europe, Hodder and Stoughton.

**Breitenbach J, Kränzlin F 1984-2000.** Fungi of Switzerland, Vol: 1-5, Ascomycetes, Verlag Mykologia CH-6000 Luzern, Switzerland.

**Doğan HH, Kurt F 2016.** New macrofungi records from Turkey and macrofungal diversity of Pozantı-Adana. *Turkish Journal of Botany*, 40: 209-217.

**Ellis MB, Ellis JP 1990.** Fungi Without Gills (Hymenomyces and Gasteromyces), Chapman and Hill, 329 p., London.

**Güngör H, Şen İ, Allı H, Solak MH 2015.** Two new Ascomycete records for Turkish Mycota. *Biological Diversity and Conservation*, 8(1): 19-21.

**Index fungorum 2016.** Web sitesi. <http://www.indexfungorum.org>. Erişim tarihi: 09.05.2016

**Jordan M 1995.** The Encyclopedia of Fungi of Britain and Europe, Frances Lincoln, 384p., London.

**Kaya A, Uzun Y, Karacan İH, Yakar S 2016a.** Contributions to Turkish Pyronemataceae 23 from Gaziantep Province. *Turkish Journal of Botany*, 40: 298-307.

**Kaya A, Uzun Y 2016b.** *Hyaloriaceae* Lindau, A New Family Record for Turkish Mycobiota. *The Journal of Fungus*, 7(1): 24-28.

**Kränzlin F 2005.** Fungi of Switzerland, Volume 6, Russulaceae 2, Verlag Mykologia, 319 p., Switzerland.

**Moser, M 1983.** Keys to Agarics and Boleti. Gustav Fischer Verlag, 535 p., Stuttgart.

**Phillips R 1981.** Mushrooms and Other Fungi of Great Britain & Europe, Pan Books Ltd., 288p, London.

**Sesli E, Denchev CM 2014.** Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon*, 106: 65–67. [Sesli E & Denchev CM 2014. Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. 6th edn. Mycotaxon Checklists Online (<http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/sesli-v106-checklist.pdf>): 1–136].

**Sesli E, Vizzini A, Contu M 2015a.** *Lyophyllum turcicum* (Agaricomycetes: Lyophyllaceae), a new species from Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39: 512–519.

**Sesli E. and Moreau PA 2015b.** Taxonomic studies on some new fungal records from Trabzon, Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39: 857-866.

**Sesli E, Topçu Sesli A 2016a.** Türkiye için üç yeni kayıt: *Chalciporus piperatoides*, *Gymnopus menehune* ve *Lyophyllum shimeji*. *The Journal of Fungus*, 7(1): 61-66.

**Sesli E, Türkekul I, Akata I, Niskanen T 2016b.** New records of Basidiomycota from Trabzon, Tokat and İstanbul provinces of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 40: 531-545.

**Solak MH, Işıloğlu M, Kalmış E, Allı H 2015.** Macrofungi of Turkey, Checklist, Volume-II. Bornova, Turkey: Üniversiteliler Ofset.

**Türkekul İ 2015.** Canpolat Yaylası (Tokat) Makromantar Florası. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi 6 (Özel Sayı 2): 44-50.



**Türkoğlu A, Castellano A. Trappe M, Yaratanakul Gungör M 2015.** Turkish Truffles 1: 18 New Records for Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 39: 359-376.

**Uzun Y, Acar İ, Demirel K, Keleş A 2015.** Macrofungal diversity of Hani (Diyarbakır/Turkey) district. *Biological Diversity and Conservation*, 8(1): 28-34.

**Vizzini A, Antonín V, Sesli E, Contu M 2015.** *Gymnopus trabzonensis* sp. nov.(Omphalotaceae) and *Tricholoma virgatum* var. *fulvoumbonatum* var. nov. (Tricholomataceae), two new white-spored agarics from Turkey. *Phytotaxa*, 226: 119-130.

## **İyi Tarım Uygulamalarına Yönelik Üretici Görüşlerinin Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi (Kırklareli, Edirne, Tekirdağ ve Çanakkale İlleri Örneği)**

Başak Aydın<sup>1</sup>, Erol Özkan<sup>1</sup>, Duygu Aktürk<sup>2</sup>, M. Ali Kiracı<sup>3</sup>, Harun Hurma<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli

<sup>2</sup>ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale

<sup>3</sup>Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tekirdağ

<sup>4</sup>NKÜ Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Tekirdağ

**Makale Kodu (Article Code): 9-1A-3**

### **Özet**

Bu makale kapsamında, iyi tarım uygulayan üreticilerin iyi tarımın çevreye, toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına ve ürün kalitesine etkisine yönelik görüş ve düşünceleri Trakya bölgesi ve Çanakkale ili için ayrıntılı olarak değerlendirilerek verilmiştir. Bu amaçlara yönelik olarak, 2012 yılında, Kırklareli, Edirne, Tekirdağ illerinde tam sayım, Çanakkale ilinde ise basit tesadüfi örnekleme yöntemi ile belirlenen işletmelerde anket yapılmıştır. Anketler Edirne'de 16, Tekirdağ'da 23, Kırklareli'nde 4, Çanakkale'de 55 iyi tarım uygulaması yapan üreticiyle yürütülmüştür. Verilerin analizinde, amaca ve verilerin uygunluğuna bağlı olarak, t testi ve Ki-Kare testi uygulanmıştır.

Üreticilerin iyi tarım ile üretim yapmasının baştaki nedenleri; Trakya illerinde %70'i aşan oranla çevreye zararı az olduğu seçeneği ilk sırayı, buna yakın oranla daha kaliteli ürün elde ettiği kanısı ikinci sırayı almakta iken, Çanakkale ilinde çalışan işçilerin güvenliği açısından seçeneği ilk sırayı, daha kaliteli ürün elde edebildiği yönündeki düşünceler ikinci sırada yer almıştır. Üreticilerin ekolojik açıdan daha uygun olan iyi tarım uygulamalarının amaç ve ilkelerini büyük oranda algılamış olduğu görülmekle birlikte, yeterli düzeyde olmadığı, ekonomik beklentilerin sürekli ön planda olduğu söylenebilir. Bu nedenle, iyi tarım ile üretim yapmanın özellikle çevre korumacı yaklaşım ve insan sağlığı yönünden olumlu katkısı mutlaka üreticilere aktarılarak, üreticilerde bu konuda bilinç oluşumu sağlanmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekoloji, iyi tarım, çevre, ürün kalitesi

## **Evaluation of Producers' Aspects on Good Agricultural Practices Ecologically (Kırklareli, Edirne, Tekirdağ and Çanakkale Provinces Samples)**

### **Abstract**

Within this paper, the aspects and opinions of the producers applying good agricultural practices aimed at the effect of good agricultural practices on environment, sustainable usage of soil and water sources and crop quality were stated by evaluating in detail for Thrace region and Çanakkale province. Intended for these purposes, surveys were applied to producers in the enterprises determined by sampling in Çanakkale province and complete scoring in Kırklareli, Edirne and Tekirdağ provinces in 2012. Surveys were applied to 16 producers in Edirne, 23 producers in Tekirdağ, 4 producers in Kırklareli and 55 producers in Çanakkale that carry through good agricultural practices. t test and Chi-Square test were applied according to the purpose and the availability of the data in the analysis of the data.

The initial reasons of applying good agriculture are; While the choice such as good agriculture is less harmful to environment with the ratio above 70 percent in Thrace region comes first and the opinion such as obtaining more qualified crop comes second, the choice such as the security of the laborers comes first and opinions towards obtaining more qualified crop comes second in Çanakkale. It was concluded that the producers perceived substantially the purposes and principles of good agricultural practices which is

ecologically more suitable but it was not adequately and it can be stated that economical expectations are continuously in the foreground. For this reason, positive contribution of farming by good agriculture in

terms of especially environmental protection approach and human health should be presented to the producers and conscious generation in this respect should be provided on producers.

**Key Words:** Ecology, good agriculture, environment, crop quality

### Giriş

Günümüzde, toplumların en büyük gereksinimi güvenli gıda maddeleri sağlamaktır. Dünya nüfusunun hızla artması, gelişen teknolojiye bağlı çevre kirliliği, ekonomik güçsüzlük ve eğitim yetersizliği beslenme sorunlarını derinleştirmekte ve güvenli gıda teminini zorlaştırmaktadır.

Gelişen gıda teknolojisi ve tüketici bilinçlenmesi, günümüzde ürün kalitesini iyileştirme gayretlerini de arttırmaktadır. Tüketicilerin yaşamları için temel gereksinimleri olan gıdaların, güncel teknolojik gerekler doğrultusunda üretilmesi, sağlıklı beslenmenin sağlanması yolunda önemli bir hizmettir. Gıda güvenliğinin ve kalite güvencesinin sağlanması çabaları da tüketici ve toplum sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Sanayileşme ile birlikte yaşam standardının yükselmesi karşısında, gıda üretiminde ve kullanımında yeni eğilimler oluşmuştur. Tüketiciler daha çok hazır gıda maddelerine yönelmiş ve bunun sonucu olarak çok çeşitli gıda maddeleri üreten ve hazırlayan sanayiler gelişmiştir. Bu durumda, çeşitli gıda maddeleri ile karşı karşıya kalan tüketiciyi, sağlık ve ekonomik yönlerden korumak üzere gıda kontrol hizmetleri önem kazanmıştır. Türkiye’de gıda endüstrisi açısından son yıllarda hızlı gelişmeler kaydedilmiştir. Ancak güncel değişiklikler, bu gelişmelerin daha da ileri götürülmesini zorunlu kılmaktadır (Anonim, 2014-a).

İyi Tarım Uygulamaları (İTU); tarımsal üretimin çevre, insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyecek şekilde kontrol altına alınması ve üretim sonucunda oluşan ürünlerin sertifikalandırılarak tarımda izlenebilirlik, sürdürülebilirlik ile gıda güvenliğini sağlayan üretim modelidir.

İyi Tarım Uygulamaları, çeşitli üretici örgütleri (COLEACP-EUACP Horticultural Trade Association), ithalatçılar, perakendeciler (BRC-British Retail Consortium, FPC-Fresh Produce Consortium-UK, CIMO-European Association of Fresh Produce Importers, EUREP- Euro-Retailer Produce Working Group) ve tüketicileri temsil eden kuruluşlar (İngiltere Gıda Standartları Acentesi) tarafından geliştirilen kurallar çerçevesinde uygulanmaya başlanmıştır (Mencet, 2005).

Kıtlığı azaltmak ve gıda güvenliğini teşvik etmek için kararlaştırılan uluslararası hedefler kapsamında, iyi tarım uygulamalarının dört ilkesi aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır (Anonim, 2003).

- a) Yeterli, güvenli ve besleyici gıdayı ekonomik ve etkili bir şekilde üretmek,
- b) Doğal kaynak temelini sağlama ve sürdürmek,
- c) Uygun tarım işletmelerini faaliyetleri korumak ve sürdürülebilir geçime katkıda bulunmak,
- d) Toplumun kültürel ve sosyal taleplerini karşılamak.

Türkiye’de iyi tarım uygulamalarına ait sertifikalandırmalar ise EUREPGAP Protokolü ile başlamıştır. 2003 yılından itibaren, Avrupa ülkelerine yönelik ihracat yapan yaş meyve sebze sektöründe, EUREPGAP kriterlerine göre iyi tarım uygulamaları yapılmaktadır. 2004 yılı itibarıyla Türkiye’de EUREPGAP sertifikalı üretici sayısı 102’dir. Ancak yıllar itibarıyla üretici sayısında önemli oranda artışlar yaşanmıştır. 2007 yılı itibarıyla Türkiye’de İTU sertifikalı alan 53607 da sertifikalı üretici sayısı ise 651’dir. Ancak yıllar itibarıyla İTU yapan üretici sayısında önemli oranda artış yaşanmıştır. 2010 yılı itibarıyla İTU sertifikasına sahip üretici sayısı 4540’a, üretim alanı da 781741’e ulaşmıştır (TÜGEM, 2011).

Bu gelişmeler ile 2004 yılına kadar EUREPGAP (GLOBALGAP) kapsamında belgelendirme yapılan 41 ülke arasında 31. sırada yer alan Türkiye, 2007 yılı sonu itibariyle 85 ülke arasında 4. sıraya yükselmiştir. 2010 yılında ise 3034 sertifikalı üretici ile 108 ülke arasında 7. sırada yer almıştır (Anonim, 2010).

Ülke mevzuatı çerçevesinde iyi tarım uygulamalarının Türkiye’de başlaması ise 2004 yılında yayımlanan İyi Tarım Uygulamalarına İlişkin Yönetmelik ile olmuştur. Ancak bu Yönetmeliğe dayanılarak yapılan ilk sertifikalandırma 2007 yılındadır. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 8 Eylül 2004 yılında hazırlanan “İyi Tarım Uygulamaları” Yönetmeliği, standartların kural ve koşullarını, belgelendirme işlemlerinin şeklini, kişi ve kuruluşların görev ve sorumluluklarını belirlemektedir. 2004 tarihinde çıkarılan 25577 sayılı “İyi Tarım Uygulamalarına İlişkin Yönetmelik” Türkiye’de İTU’nun yasal altyapısını oluşturmuştur. Bu yönetmelik 07.12.2010 tarihli 27778 Sayılı Resmi Gazete ’de yayınlanan ve şu anda da yürürlükte olan yeni Yönetmelik ile değişikliğe uğramıştır (Ataseven, 2011).

Türkiye’de iyi tarım uygulamalarına ilişkin göstergeler Çizelge 1’de verilmiştir. İlk kez 2007 yılında başlayan iyi tarım uygulamalarında önemli artışlar yaşandığı görülmektedir. 2007 yılında 18 ilde 53 607 da alanda 561 üretici ile başlayan iyi tarım uygulamaları faaliyetleri, 2008 yılında 19 ilde 822 üreticiye ve 60 231 da alana çıkmış, 2009 yılında ise 42 ilde 1 702 804 da alanda 6 020 üreticiye ulaşmıştır.

**Çizelge 1.** Türkiye’de iyi tarım uygulamaları göstergeleri (Anonim, 2014-b)

Yıllar	İl sayısı	Üretici sayısı	Üretim alanı (da)
2007	18	651	53 607
2008	19	822	60 231
2009	42	6 020	1 702 804
2010	48	4 540	781 741
2011	49	3 042	499 632
2012	47	3 676	837 171

Bu çalışmada iyi tarım uygulaması yapan tarım işletmelerinin bölgeler itibariyle sosyo ekonomik karşılaştırması yapılmış olup, üreticilerin iyi tarım uygulamalarının toprak ve su kalitesi açısından, çevre ve ürün kalitesi açısından etkilerine yönelik düşüncelerine, iyi tarım uygulamaları ile ilgili görüş ve düşüncelerine ve bu düşünceler doğrultusunda önerilere yer verilmiştir.

### Materyal ve Yöntem

Araştırmanın ana materyalini Kırklareli, Edirne, Tekirdağ, Çanakkale illerinde üretimi yoğun olarak yapılan belirli ürünlerde iyi tarım uygulayan üreticilerle yapılan anket çalışmaları oluşturmuştur. Bununla birlikte araştırma konusuyla ilgili olarak daha önce yapılmış olan yerli ve yabancı çalışmalar ve istatistiklerden de yararlanılmıştır.

Araştırmada, 2010 ve 2011 yılı verilerine göre; Edirne ilinde iyi tarım uygulaması yapan 16 üreticinin tamamıyla; Tekirdağ ilinde iyi tarım uygulaması yapan 23 üreticinin tamamıyla; Kırklareli ilinde iyi tarım uygulaması yapan 4 üreticinin tamamıyla anket çalışması yapılmıştır.

Çanakkale ilinde ise, basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre, iyi tarım uygulaması yapan 55 üreticiyle anket çalışması yapılmıştır. Anket yapılan üreticilerin seçimi tesadüfi sayılar tablosuna göre yapılmıştır.

Basit tesadüfi örnekleme yönteminde aşağıdaki formül kullanılmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{N \times S^2}{(N - 1)D^2 + S^2}$$

Elde edilen verilerin analizinde ortalama, yüzde gibi basit hesaplama ve çapraz tablolardan faydalanılmıştır. Ayrıca, amaca ve verilerin uygunluğuna bağlı olarak, t testi ve Ki-Kare testi uygulanarak iyi tarım uygulamalarının çeşitli açılardan etkileri konularında çiftçilerin görüşleri ve eğilimleri belirlenmiştir.

### Bulgular

İyi tarım uygulayan üreticilerin yaşları, eğitim süreleri, aile birey sayıları ve tarımsal deneyimleri belirlenmiş ve Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Üreticilerin bazı sosyo-kültürel göstergeleri

İller		Yaş		Eğitim süresi		Aile birey sayısı		Tarımsal deneyim	
		ort.	p	ort.	p	ort.	p	ort.	p
İTU Yapan	Çanakkale	49.5 1	0.542	6.65	0.00 3	4.91	0.009	30.3 6	0.045
	Trakya	48.3 5		9.00		4.14		25.2 1	

İyi tarım uygulayan üreticilerin yaş ortalamaları, Çanakkale ilinde 49.51, Trakya bölgesinde 48.35; eğitim süresi ortalamaları, Çanakkale ilinde 6.65, Trakya bölgesinde 9; aile birey sayısı ortalamaları, Çanakkale ilinde 4.91, Trakya bölgesinde 4.14; tarımsal deneyim ortalamaları, Çanakkale ilinde 30.36, Trakya bölgesinde 25.21 yıl olarak belirlenmiştir.

İyi tarım uygulayan üreticilerin yaşlarının farklılığının istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan t testi sonucunda, üreticilerin yaşları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

İyi tarım uygulayan üreticilerin eğitim sürelerinin farklılığının istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan t testi sonucunda, üreticilerin eğitim süreleri arasında %1 (p=0.003) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

İyi tarım uygulayan üreticilerin aile birey sayıları farklılığının istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan t testi sonucunda, %1 (p=0.009) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

İyi tarım uygulayan üreticilerin tarımsal deneyimlerinin farklılığının istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan t testi sonucunda, %5 (p=0.045) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

Üreticilerin dernek/çiftçi örgütlerine üyelik durumlarına göre dağılımı Çizelge 3'de verilmiştir. Çanakkale ilinde iyi tarım uygulayan üreticilerin %98.18'i, Trakya bölgesinde iyi tarım uygulayan üreticilerin %95.35'i dernek/çiftçi örgütlerine üye olduklarını ifade etmişlerdir.

Bölgeler arasında üreticilerin dernek/çiftçi örgütlerine üyelik farklılığının istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, üreticilerin çiftçi örgütlerine üyelik durumlarının bölgelere göre değişmediği görülmüştür.

**Çizelge 3.** Üreticilerin dernek/çiftçi örgütlerine üyelik durumlarına göre dağılımı

Dernek/çiftçi örgütü üyelik	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Evet	54	98.18	41	95.35	95	96.94
Hayır	1	1.82	2	4.65	3	3.06
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 0.651 p: 0.420						

Üreticilerin sulama yöntem ve miktarları ile ilgili tarımsal kuruluşlardan bilgi alarak uygulama durumlarına göre dağılımları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çanakkale ilinde iyi tarım uygulayan üreticilerin %45.45'i, Trakya bölgesinde iyi tarım uygulayan üreticilerin %53.49'u sulama yöntem ve miktarları ile ilgili tarımsal kuruluşlardan bilgi alıp uyguladıklarını ifade etmişlerdir.

Bölgeler arasında üreticilerin sulama yöntem ve miktarları ile ilgili tarımsal kuruluşlardan bilgi alarak uygulama durumlarına göre farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, üreticilerin sulama yöntem ve miktarları ile ilgili tarımsal kuruluşlardan bilgi alıp uygulama durumunun bölgelere göre değişmediği belirlenmiştir.

**Çizelge 4.** Üreticilerin sulama yöntem ve miktarları ile ilgili tarımsal kuruluşlardan bilgi alıp uygulama durumlarına göre dağılımı

Sulama ile ilgili bilgi alma durumu	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Evet	25	45.45	23	53.49	48	48.98
Hayır	30	54.55	20	46.51	50	51.02
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 0.623 p: 0.430						

Üreticilerin gübreleme ve ilaçlama ile ilgili uzmanlara başvuruda durumlarına göre dağılımları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çanakkale ilinde iyi tarım uygulayan üreticilerin %80'i, Trakya bölgesinde iyi tarım uygulayan üreticilerin %93.02'si gübreleme ve ilaçlama ile ilgili uzmanlara başvuruda bulduklarını ifade etmişlerdir.

Bölgeler arasında üreticilerin gübreleme ve ilaçlama ile ilgili olarak uzmanlara başvuruda bulunma durumlarına göre farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, %10 (p=0.068) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 5.** Üreticilerin gübreleme ve ilaçlama ile ilgili olarak uzmanlara başvuruda bulunma durumlarına göre dağılımı

Gübreleme/ilaçlama ile ilgili başvuru durumu	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Evet	44	80.00	40	93.02	84	85.71
Hayır	11	20.00	3	6.98	14	14.29
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 3.343		p: 0.068				

Üreticilerin İTU yapmadan önce gübre uygulama şekillerine göre dağılımı Çizelge 6'da verilmiştir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %61.82'si, Trakya bölgesindeki üreticilerin %41.86'sı iyi tarım uygulaması yapmadan önce kendi tecrübelerine göre gübre uyguladıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Trakya bölgesindeki üreticilerin %41.86'sı toprak tahlili sonuçlarına göre gübre uyguladıklarını ifade ederken, Çanakkale ilindeki üreticilerde bu oran %7.27'dir.

Bölgeler arasında üreticilerin İTU yapmadan önce gübre uygulama durumlarına göre farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, %1 (p=0.000) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 6.** Üreticilerin İTU yapmadan önce gübre uygulama şekillerine göre dağılımı

İTU yapmadan önce gübre uygulama şekilleri	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Kendi tecrübelerim	34	61.82	18	41.86	52	53.06
Baba/Dededen gördüğümüz şekilde	10	18.18	2	4.65	12	12.24
Tarım İl/İlçe Müdürlükleri tavsiyeleri ile	5	9.09	0	0.00	5	5.11
Toprak tahlili sonuçlarına göre	4	7.27	18	41.86	22	22.45
Gübreyi satın aldığımız firma/kuruluş tavsiyeleri ile	2	3.64	5	11.63	7	7.14
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 30.080		p: 0.000				

Üreticilerin İTU yapmadan önce ilaç uygulama şekillerine göre dağılımı Çizelge 7'de verilmiştir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %49.09'u, Trakya bölgesindeki üreticilerin %44.19'u iyi tarım uygulaması yapmadan önce kendi tecrübelerine göre ilaç uyguladıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca Trakya bölgesindeki üreticilerin %20.93'ü Tarım İl/İlçe Müdürlüklerinin tavsiyeleri ile ilaç uyguladıklarını ifade ederken, Çanakkale ilindeki üreticilerde bu oran %18.18'dir.

Bölgeler arasında üreticilerin İTU yapmadan önce ilaç uygulama durumlarına göre farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, %1 (p=0.000) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 7.** Üreticilerin İTU yapmadan önce ilaç uygulama şekillerine göre dağılımı

İTU yapmadan önce ilaç uygulama şekilleri	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Kendi tecrübelerim	27	49.09	19	44.19	46	46.94
Baba/Dededen gördüğümüz şekilde	10	18.18	0	0.00	10	10.20
Tarım İl/İlçe Müdürlükleri tavsiyeleri ile	10	18.18	9	20.93	19	19.39
İlacı satın aldığımız firma/kuruluş tavsiyeleri ile	8	14.55	8	18.60	16	16.33
Önder çiftçiler	0	0.00	7	16.28	7	7.14
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 23.545 p: 0.000						

Üreticilerin İTU başladıktan sonra gübre miktarında değişiklik olma durumu hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı Çizelge 8’de verilmiştir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %52.73’ü, Trakya bölgesindeki üreticilerin %41.86’sı İTU başladıktan sonra gübre miktarında değişiklik olmadığını ifade etmişlerdir. Çanakkale ilindeki üreticilerin %38.18’i, Trakya bölgesindeki üreticilerin %48.84’ü İTU başladıktan sonra gübre miktarında azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Bölgeler arasında üreticilerin İTU başladıktan sonra gübre miktarında değişiklik olma durumlarına göre farklılığın istatistikî olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, üreticilerin İTU başladıktan sonra gübre miktarında değişiklik olma durumunun bölgelere göre değişmediği belirlenmiştir.

**Çizelge 8.** Üreticilerin İTU başladıktan sonra gübre miktarında değişiklik olma durumu hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı

İTU başladıktan sonra gübre miktarında değişiklik	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Arttı	5	9.09	4	9.30	9	9.18
Azaldı	21	38.18	21	48.84	42	42.86
Değişmedi	29	52.73	18	41.86	47	47.96
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 1.235 p: 0.539						

Üreticilerin İTU başladıktan sonra ilaç miktarında değişiklik olma durumu hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı Çizelge 9’da verilmiştir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %43.64’ü, Trakya bölgesindeki üreticilerin %32.56’sı İTU başladıktan sonra ilaç miktarında değişiklik olmadığını ifade etmişlerdir. Çanakkale ilindeki üreticilerin %45.45’i, Trakya bölgesindeki üreticilerin %60.47’si İTU başladıktan sonra ilaç miktarında azalma olduğunu belirtmişlerdir.



Bölgeler arasında üreticilerin İTU başladıktan sonra ilaç miktarında değişiklik olma durumlarına göre farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, üreticilerin İTU başladıktan sonra ilaç miktarında değişiklik olma durumunun bölgelere göre değişmediği belirlenmiştir.

**Çizelge 9.** Üreticilerin İTU başladıktan sonra ilaç miktarında değişiklik olma durumu hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı

İTU başladıktan sonra ilaç miktarında değişiklik	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Arttı	6	10.91	3	6.98	9	9.18
Azaldı	25	45.45	26	60.47	51	52.04
Değişmedi	24	43.64	14	32.56	38	38.78
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 2.215		p: 0.330				

Üreticilerin İTU'nun toprak kalitesi açısından etkisi hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı Çizelge 10'da verilmiştir.

Çanakkale ilinde üreticilerin %67.06'sı, Trakya bölgesinde üreticilerin %74.42'si iyi tarım uygulamalarının toprak kalitesi açısından olumlu olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.

Bölgeler arasında üreticilerin İTU'nun toprak kalitesi açısından olumlu etkisi hakkındaki düşüncelerine göre farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, %10 (p=0.079) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 10.** Üreticilerin İTU'nun toprak kalitesi açısından olumlu etkisi hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı

İTU toprak kalitesi açısından olumlu mu?	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Evet	29	67.06	32	74.42	61	62.24
Hayır	12	28.24	4	9.30	16	16.33
Bilmiyorum	14	4.71	7	16.28	21	21.43
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 5.088		p: 0.079				

İTU'nun toprak kalitesi açısından olumlu olduğunu düşünen üreticilere önemli gördükleri hususlar sorulmuş olup, verdikleri cevaplara göre dağılımları Çizelge 11'de verilmiştir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %79.31'i, Trakya bölgesindeki üreticilerin %53.13'ü iyi tarım uygulamaları ile gübre kullanımı azaldığı için kirliliğe yol açan etkenlerin ortadan kalktığını belirtmişlerdir. Çanakkale ilindeki üreticilerin %31.03'ü, Trakya bölgesindeki üreticilerin %59.38'i iyi tarım uygulamaları ile dengeli gübreleme sonucunda toprak verimliliğinin arttığını, Çanakkale ilindeki üreticilerin %41.38'i, Trakya bölgesindeki üreticilerin %37.50'si uygun toprak işleme ve gübreleme nedeni ile toprak yapısında düzelme olduğunu, Çanakkale ilindeki üreticilerin %31.03'ü, Trakya bölgesindeki üreticilerin %81.25'i aşırı tarım ilacı kullanılmadığı için toprakta ilaç kalıntısı olmadığını ifade etmişlerdir.

**Çizelge 11.** Üreticilerin İTU'nun toprak kalitesi açısından önemli olduğu hususlara yönelik düşüncelerine göre dağılımı

İTU'nun toprak kalitesi açısından önemli olduğu hususlar	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Gübre kullanımını azaldığı için kirliliğe yol açan etkenler ortadan kalktı	23	79.31	17	53.13	40	65.57
Dengeli gübreleme sonucunda toprak verimliliği arttı	9	31.03	19	59.38	28	45.90
Uygun toprak işleme ve gübreleme nedeni ile toprak yapısında düzelme oldu	12	41.38	12	37.50	24	39.34
Aşırı tarım ilacı kullanılmadığı için toprakta ilaç kalıntısı yok	9	31.03	26	81.25	35	57.38

\*: Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Üreticilerin İTU'nun su kalitesi açısından etkisi hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı Çizelge 12'de verilmiştir.

Çanakkale ilinde üreticilerin %34.55'i, Trakya bölgesinde üreticilerin %39.53'ü iyi tarım uygulamalarının su kalitesi açısından olumlu olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.

Çanakkale ilinde üreticilerin %40'ı, Trakya bölgesinde üreticilerin %41.86'sı iyi tarım uygulamalarının su kalitesi açısından etkisi hakkında fikirlerinin olmadığını ifade etmişlerdir.

Bölgeler arasında üreticilerin İTU'nun su kalitesi açısından olumlu etkisi hakkındaki düşüncelerine göre farklılığın istatistik olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, üreticilerin İTU'nun su kalitesi açısından olumlu etkisi hakkındaki düşüncelerinin bölgelere göre değişmediği belirlenmiştir.

**Çizelge 12.** Üreticilerin İTU'nun su kalitesi açısından olumlu etkisi hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı

İTU su kalitesi açısından olumlu mu?	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Evet	19	34.55	17	39.53	36	36.73
Hayır	14	25.45	8	18.60	22	22.45
Bilmiyorum	22	40.00	18	41.86	40	40.82
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 0.688 p: 0.709						

İTU'nun su kalitesi açısından olumlu olduğunu düşünen üreticilere önemli gördükleri hususlar sorulmuştur ve verdikleri cevapların dağılımları Çizelge 13'de verilmiştir.

**Çizelge 13.** Üreticilerin İTU'nun su kalitesi açısından önemli olduğu hususlara yönelik düşüncelerine göre dağılımı

İTU'nun su kalitesi açısından önemli olduğu hususlar	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Gübre kullanımını azaldığı için yer altı suyundan kirliliğe yol açan etkenler ortadan kalktı	15	78.95	12	70.59	27	75.00
Aşırı tarım ilacı kullanılmadığı için sulama suyunda ve yeraltı suyunda ilaç kalıntısı yok	10	52.63	12	70.59	22	61.11
Su analizinin yapılması	0	0.00	1	5.88	1	2.78

\*: Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %78.95'i, Trakya bölgesindeki üreticilerin %70.59'u iyi tarım uygulamaları ile gübre kullanımını azaldığı için yer altı suyundan kirliliğe yol açan etkenler ortadan kalktığını belirtmişlerdir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %52.63'ü, Trakya bölgesindeki üreticilerin %70.59'u iyi tarım uygulamaları ile aşırı tarım ilacı kullanılmadığı için sulama suyunda ve yeraltı suyunda ilaç kalıntısı olmadığını ifade etmişlerdir (Çizelge 13).

Üreticilerin İTU'nun çevre açısından etkisi hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı Çizelge 14'de verilmiştir.

Çanakkale ilinde üreticilerin %83.64'ü, Trakya bölgesinde üreticilerin tamamı iyi tarım uygulamalarının çevre açısından olumlu olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.

Bölgeler arasında üreticilerin İTU'nun çevre açısından etkisi hakkındaki düşüncelerine göre farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, %1 (p=0.001) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 14.** Üreticilerin İTU'nun çevre açısından etkisi hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı

İTU çevre açısından olumlu mu?	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Evet	46	83.64	43	100.00	89	90.82
Fark göremedim	9	16.36	0	0.00	9	9.18
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 11.105	p: 0.001					

İTU'nun çevre açısından olumlu olduğunu düşünen üreticilere önemli gördükleri hususlar sorulmuş olup, verdikleri cevaplara göre dağılımları Çizelge 15'de verilmiştir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %54.35'i, Trakya bölgesindeki üreticilerin %95.35'i iyi tarım uygulamaları ile aşırı gübre ve ilaç kullanımı olmadığından pestisit, nitrat vb. kalıntı olmadığını belirtmişlerdir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %39.13'ü, Trakya bölgesindeki üreticilerin %60.47'si iyi tarım uygulamaları ile toprak ve su kirliliğinin önlendiğini, Çanakkale ilinde üreticilerin %36.96'sı, Trakya bölgesindeki üreticilerin %95.35'i üründe ilaç kalıntısı olmadığını ifade etmişlerdir.

**Çizelge 15.** Üreticilerin İTU'nun çevre açısından önemli olduğu hususlara yönelik düşüncelerine göre dağılımı

İTU'nun çevre kalitesi açısından önemli olduğu hususlar	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Aşırı gübre ve ilaç kullanımı olmadığından pestisit, nitrat vb. kalıntı yok	25	54.35	41	95.35	66	74.16
Toprak ve su kirliliği önlendi	18	39.13	26	60.47	44	49.44
Toprak kirlenmesi önlendi	9	19.57	16	37.21	25	28.09
Su kirliliği önlendi	6	13.04	10	23.26	16	17.98
Üründe ilaç kalıntısı yok	17	36.96	41	95.35	58	65.17

\*: Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Üreticilerin İTU'nun çevre açısından etkisi hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı Çizelge 16'da verilmiştir.

Çanakkale ilinde üreticilerin %69.09'u, Trakya bölgesinde üreticilerin %86.05'i iyi tarım uygulamalarının ürün kalitesi açısından olumlu olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir.

Bölgeler arasında üreticilerin İTU'nun ürün kalitesi açısından etkisi açısından hakkındaki düşüncelerine göre farklılığın istatistiki olarak önemli olup olmadığını tespit etmek üzere yapılan ki kare testi sonucunda, %10 ( $p=0.086$ ) anlam düzeyinde farklılık olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 16.** Üreticilerin İTU'nun ürün kalitesi açısından etkisi hakkındaki düşüncelerine göre dağılımı

İTU ürün kalitesi açısından olumlu mu?	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Olumlu	38	69.09	37	86.05	75	76.53
Olumsuz	3	5.45	0	0.00	3	3.06
Fark göremedim	14	25.45	6	13.95	20	20.41
Toplam	55	100.00	43	100.00	98	100.00
Ki kare: 2.956		p: 0.086				

İTU'nun ürün kalitesi açısından olumlu olduğunu düşünen üreticilere önemli gördükleri hususlara ilişkin verdikleri cevapların dağılımları Çizelge 17'de verilmiştir.

**Çizelge 17.** Üreticilerin İTU'nun ürün kalitesi açısından önemli olduğu hususlara yönelik düşüncelerine göre dağılımı

İTU'nun ürün kalitesi açısından önemli olduğu hususlar	Çanakkale		Trakya		Toplam	
	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%	İşletme sayısı	%
Aşırı gübre ve ilaç kullanımını olmadığından pestisit, nitrat vb. kalıntı yok	26	68.42	34	91.89	60	80.00
Sağlığa zararlı madde birikimleri önlendi	20	52.63	31	83.78	51	68.00
Pazarlamada satış kolaylığı ve avantajı sağladı	13	34.21	14	37.84	27	36.00
Tüketici tercihi sağladı	2	5.26	13	35.14	15	20.00
Ürünüme güven duygusu ve prestij sağladı	22	57.89	19	51.35	41	54.67

\*: Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %68.42'si, Trakya bölgesindeki üreticilerin %91.89'u iyi tarım uygulamaları ile aşırı gübre ve ilaç kullanımını olmadığından pestisit, nitrat vb. kalıntı olmadığını belirtmişlerdir.

Çanakkale ilindeki üreticilerin %52.63'ü, Trakya bölgesindeki üreticilerin %83.78'i iyi tarım uygulamaları ile sağlığa zararlı madde birikimlerinin önlendiğini, Çanakkale ilindeki üreticilerin %34.21'i, Trakya bölgesindeki üreticilerin %37.84'ü pazarlamada satış kolaylığı ve avantaj sağlandığını, Çanakkale ilindeki üreticilerin %5.26'sı, Trakya bölgesindeki üreticilerin %35.14'ü tüketici tercihi sağlandığını, Çanakkale ilindeki üreticilerin %57.89'u, Trakya bölgesindeki üreticilerin %51.35'i ürüne güven duygusu ve prestij sağlandığını ifade etmişlerdir (Çizelge 17).

### Tartışma ve Sonuç

Üreticilerin iyi tarım ile üretim yapma nedenlerinin başında Trakya illerinde, çevreye zararı az olduğu için (%70'i aşan oranda), daha kaliteli ürün elde edildiği için, Çanakkale ilinde ise çalışan işçilerin güvenliği açısından ve daha kaliteli ürün elde edebildiği yönündeki düşünceler ön plana çıkmaktadır. Bu nedenlerle, iyi tarım ile üretim yapmanın özellikle çevre korumacı yaklaşım ve insan sağlığı yönünden olumlu katkısı mutlaka üreticilere aktararak, üreticilerde bu konuda bilinç oluşumu sağlanmalıdır.

Hem Çanakkale ilindeki hem de Trakya illerindeki üreticilerin ifadelerine göre; iyi tarımın yaygınlaşması için, destekleme miktarının artırılması, eğitim yayım çalışmalarının artırılması ve çiftçi gelirinin yüksek olması ve pazar ayrıcalığı getirilmesi yönündeki düşünceler ön plana çıkmaktadır. Bu veriler de göstermektedir ki, çiftçi konuya daha çok ekonomik bakış açısıyla yaklaşmaktadır, fakat eğitimin önemli olduğunun da bilincindedir.

Üreticiler iyi tarım uygulamasının toprak kalitesi üzerine önemli etkileri konusunda; gübre kullanımındaki azalma ve gübrenin dengeli kullanılması sonucunda toprakta kirliliğin önlendiği ve toprak verimliliğinin artmış olduğu şeklinde görüş bildirmişlerdir. Benzer şekilde aşırı ilaç kullanılmadığı için de toprakta ilaç kalıntısı olmadığı ya da çok azaldığı şeklinde görüş bildirmişlerdir. Bu ifadelere dayanarak, gerek Çanakkale ilindeki, gerekse Trakya illerindeki üreticilerin iyi tarımın olası etkileri konusunda belirli bir bilgi düzeyine sahip olduğu, en azından iyi tarım uygulamasından beklentilerinin gerçekçi olduğu sonucu çıkarılabilir.

Üreticilerin iyi tarımın su kalitesi üzerine etkilerine ilişkin görüşleri de yine belirli bilinç düzeyinde olduklarını ortaya koymaktadır ve bilimle uyumaktadır. Ekolojik üretim kapsamında değerlendirme yapılırsa; İyi tarım kapsamındaki üreticilerin iyi tarım uygulamalarının çevre açısından ve ürün kalitesi açısından önemi konusundaki yanıtları da bu konuda belirli bir bilinç düzeyinin varlığına işaret etmektedir.

İyi tarım kapsamındaki üreticilerin iyi tarım uygulamalarının çevre açısından önemli olduğu hususlara yönelik düşünceleri de alınmaya çalışılmıştır. Trakya illerindeki üreticiler en başta iyi tarım uygulaması ile aşırı gübre ve ilaç kullanılmadığından toprakta ve suda nitrat ve pestisit kalıntısı olmadığını, üründe de ilaç kalıntısı olmadığını belirtmektedirler. Özellikle bu iki görüşün her birisi %95'in üzerinde bir oranla belirtildiği için, kuvvetli bir şekilde ifade edildiği ya da Trakya bölgesinde bu konudaki çiftçi bilincinin çok yüksek olduğu belirtilebilir. Bu açıklamalarla ilişkili olarak da toprak ve su kirliliğinin önlendiği yönündeki görüşler yaklaşık %60'lık oranla üçüncü sıradadır. Çanakkale ilindeki üreticilere göre de, aşırı gübre ve ilaç kullanılmaması nedeniyle toprakta pestisit ve nitrat kirlenmesi olmadığı yönündeki açıklama yaklaşık %54'lik bir oranla ilk sırayı almıştır. Bunu toprak ve su kirliliğinin önlendiğine ve üründe ilaç kalıntısı olmadığına yönelik yanıtlar izlemektedir. Çanakkale ilindeki üreticilerin olumlu sonuca yönelik herhangi bir seçenekte çok fazla yoğunlaşmadığı gözlenmiştir. Ancak, Çanakkale üreticilerinin de bilinç düzeylerinin düşük olmadığı tüm seçeneklerde belirli bir düzeyin üzerinde yoğunlaşma olduğu dikkati çekmiştir.

İyi tarım uygulamasının ürün kalitesi açısından önemi konusunda ise, her iki yöredeki çiftçilerin ilk sırada yoğunlaştığı görüşler farklı oranlarda da olsa örtüşmektedir. Üreticiler ilk sırada aşırı gübre ve ilaç kullanılmadığı için, üründe pestisit ve nitrat kalıntısı olmadığını belirtmektedirler. İkinci ve üçüncü sıralarda ise, üründe sağlığa zararlı madde birikimlerinin önlendiği ve ürettikleri ürüne karşı güven ve prestij oluştuğunu belirtmektedirler.

Buradan üreticilerin iyi tarımın ürüne olan olası olumlu etkileri konusunda yeterli sayılacak limitte bilgiye sahip oldukları anlaşılmaktadır. Üreticilerin bu farkındalıkları üzerinden giderek geliştirilebilecek stratejiler ile konuya daha fazla önem verilmesi ve iyi tarımın sağlıklı ürün yetiştirilmesine olan katkısının özellikle tüketicilere daha fazla aktarılması yarar sağlayabilir.

Bütçe dengeleri ve olanaklar ölçüsünde iyi tarım uygulamalarında destek miktarının artırılmasına çalışılmalıdır. İyi tarım ürünlerinin pazar koşullarının iyileştirilmesinde yarar bulunmaktadır. Bu ürünlere pazar ayrıcalığı getirilmesi için çalışmalar yürütülmesinde yarar öngörülmektedir (Aydın et al. 2014).

Tüketicilerin de iyi tarım ürünleri konusunda bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi sağlanarak, bu ürünlere karşı tüketici tercihi sağlanması önemlidir. Ekolojik yaklaşımlı üretim bilincinin artırılması için, iyi tarım konusunda yapılmakta olan üretici eğitimlerine daha fazla önem verilerek ve daha fazla yoğunlaştırılarak devamında ve bu şekilde etkinliklerinin artırılmasında yarar olacağı şüphe götürmez.

### **Kaynaklar**

**Anonim 2003.** Development of a Framework for Good Agricultural Practices. Committee on Agriculture, Seventeenth Session, 31 March-4 April 2003 Rome.

**Anonim 2010.** Crops Statistics. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization.

**Anonim 2014-a.** [mtayar.uludag.edu.tr/VETHALK%20SAG.GG.htm](http://mtayar.uludag.edu.tr/VETHALK%20SAG.GG.htm) (Erişim tarihi, 09.09.2014).

**Anonim 2014-b.** [www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamalari/Istatistikler](http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamalari/Istatistikler) (Erişim tarihi, 18.09.2014).

**Ataseven YZ 2011.** Türkiye'de İyi Tarım Uygulamaları. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. TEPGE Bakış. Aralık 2011/ ISSN: 1303-8346/Nüsha 8.

**Aydın B, Özkan E, Aktürk D, Kiracı MA, Hurma H 2015.** Kırklareli, Edirne, Tekirdağ ve Çanakkale İllerinde Üreticilerin İyi Tarım Uygulamalarına Yaklaşımı ve Uygulamaların Ekonomik Analizi. Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: TAGEM 2015-4. Kırklareli.

**Mencet N 2005.** Avrupa Birliğinde EUREPGAP Uygulamalarının Yaş Meyve-Sebze İhracatımıza Olası Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 110s.

**TÜGEM 2011.** Güncel Veriler. [http://www.tugem.gov.tr/document/guncel\\_veriler.pdf](http://www.tugem.gov.tr/document/guncel_veriler.pdf)

**Yamane T 1967.** Elementary Sampling Theory. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey.

## Fenolik Bileşik İçeren Bitkisel Antioksidanlar

H. Ahmet DEVECİ<sup>1</sup>, Gökhan NUR<sup>1\*</sup>, M.Ali KIRPIK<sup>2</sup>, Ahmet HARMANKAYA<sup>3</sup> Yağmur YILDIZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gaziantep Üniversitesi, İslahiye Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Gaziantep

<sup>2</sup> Kafkas Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji ABD, Kars

<sup>3</sup> Kafkas Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimyai ABD, Kars

(\*İletişim yazarı: E-mail: gokhannur@gantep.edu.tr; fax: +90 342 8690313)

**Yayın Kodu (Article Code): 9-1A-4**

**Özet:** Son yıllarda çevre kirliliği, kentsel yaşam koşulları ve tüketime hazır gıdaların fazlalığı insanların doğal gıdalara olan ilgisini iyice arttırmıştır. Endüstriyel işlemlerde gıdaların depolama stabilitelerini artırmak için çoğunlukla sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Fakat sentetik antioksidanların toksisiteleri nedeniyle kullanımları giderek azalmaktadır. Bu yüzden sentetik antioksidanlara alternatif olarak doğal antioksidanlara ilgi her geçen gün artmaktadır. Yapılan son çalışmalar, bitkilerdeki antioksidan etkili maddeler ve fenolik bileşiklerin sağlıklı yaşam üzerindeki etkilerine odaklanmıştır. Bu derlemede günlük hayatımızda daha fazla tercih ettiğimiz ve fenolik bileşiklerce zengin yeşil çay, ısırgan otu, aloe vera, kekik, nane, dağ çayı, sarı kantaron ve biberiye bitkilerinin etken maddelerinden ve antioksidan etkilerinden bahsedilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Bitkisel antioksidanlar, sentetik antioksidanlar, oksidatif stres, sağlıklı beslenme

**Abstract:** In recent years, environmental pollution, urban living conditions and a surplus of ready-to-eat food have greatly increased the interest of people in natural food. Synthetic antioxidants are often used to increase the storage stability of foods in industrial processes. However, the use of synthetic antioxidants is decreasing due to their toxicity. As a result, interest in natural antioxidants increases day by day as an alternative to synthetic antioxidants. Recent studies have focused the effects on healthy life which antioxidant compounds and phenolic compounds in plants. In this review we have mentioned the active ingredients of antioxidants and the active ingredients of green tea, stinging nettle, aloe vera, thyme, mint, mountain tea, yellow centaurea and rosemary plants, which are more prevalent in our daily lives and rich in phenolic compounds.

**Key words:** Herbal antioxidants, synthetic antioxidants, oxidative stress, healthy nutrition

### Giriş

Bitkiler insanlığın var oluşundan itibaren yaşamın vazgeçilmez temel kaynaklarından biridir. İnsanlar bitkileri sadece beslenme amaçlı değil aynı zamanda çeşitli hastalıkların tedavisinde de kullanmaktadır. Bitkisel ilaçlar gelişmekte olan ülkelerde kırsal toplulukların kültür ve geleneklerinin önemli bir parçasını oluşturur (Njume ark., 2009). Geleneksel ve modern tıp uygulamalarında bitkisel ilaç olarak tedavide kullanılan bitkiye 'Tıbbi Bitki' denilmektedir (Baydar, 2007).

Gıda endüstrisinde besinleri oksidatif bozunmadan korumak ve saklama sürelerini uzatmak için esas olarak butil hidroksitoluen (BHT), butil hidroksianisol (BHA), tersiyer butil hidroksikinon

(TBHQ) ve propil galatlar (PG) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Bu sentetik antioksidanlar oldukça etkin, stabil ve ucuz olmalarına karşın, potansiyel yan etkileri mevcuttur. Ayrıca sentetik antioksidanların canlı organizmalarda karsinojenik ve teratojenik etki gösterdiğine dikkat çekilmektedir. Tüketiciler de genelde doğal antioksidanları sentetik olanlara tercih etmektedir. Bu nedenle tüketici tercihleri, endüstriyi doğal antioksidan kaynakları aramaya yöneltmiş ve doğal aromatik bitkiler giderek önem kazanmıştır (Shahidi ve Wanasundara, 1992; Risch, 1997; Wanasundara ve Shahidi, 1998; Harborne ve Williams, 2000; Fernandez-Lopez et al., 2005).



Bitkiler, doğal antioksidan bileşiklerin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Bundan dolayı bitkiler süper antioksidanlar olarak bilinir. Fenolik maddeler doğal antioksidanların en önemli gruplarını oluştururlar. Bunlar bitkilerin tüm kısımlarında görülen polifenolik bileşiklerdir. En yaygın bitkisel fenolik antioksidanlar flavonoidler başta olmak üzere sinamik asit türevleri, kumarinler, tokoferoller ve fenolik asitlerdir. Bu nedenle yıllardır besinlerin koku ve tat gibi özelliklerini arttırmak için katkı olarak kullanılan baharat ve aromatik bitkiler giderek önem kazanmaktadır (Shahidi ve Naczki, 1995; Bilaloğlu ve Harmandar, 1999; Harborne ve Williams, 2000; Silva et al., 2000; Merken et al., 2001).

Normal şartlarda oksijen radikallerinin neden olduğu zarar, organizmanın etkili antioksidan sistemlerince kontrol altında tutulur. Bununla birlikte, patolojik durumlarda ise oksidan ve antioksidan denge değişir. Yapılan araştırmalar, belli başlı fenolik antioksidanların oksidatif baskı sonucu meydana gelen hücre ölümlerini engellediğini göstermiştir (Schoeter et al., 2000; Youim ve Joseph, 2001; Parihar ve Hemnani, 2003). Bitki fenoliklerinin antioksidan etkileri bilhassa redoks özelliklerinden dolayıdır. Bu yüzden indirgeyici ajanlar, hidrojen vericiler, tekli oksijen önleyiciler ve metal kelasyonu yapıcılar olarak etki ederler. Fenolik antioksidanlar,  $Ca^{+2}$  homeostasis'i üzerindeki etkileriyle koroner kalp yetmezliğinde önleyici role sahiptirler (Packer et al., 1999; Summanen et al., 2001).

Bu derlemede fenolik bileşik içeren antioksidan bitkiler hakkında bilgiler verilmiştir. Elbette antioksidan bitkilerin sayısını arttırmak mümkündür. Ancak bir derlemede antioksidan bitkilerin tümünden bahsetmek oldukça zor olacağından mevcut derlemede günlük hayatımızda daha fazla tercih ettiğimiz fenolik bileşik içeren antioksidan bitkilerin bazılarında bahsedilmiştir.

## 1. Bazı Önemli Antioksidan Bitkiler

**1.1. Yeşil Çay (*Camellia sinensis* L):** Yeşil çay, Theaceae familyasından çok yıllık bir bitki olan siyah çayın fermente edilmemiş şeklidir. Mayalanma işleminden geçmediği için, antioksidan etkili maddeleri olan polifenoller bozulmamıştır. Çayın antioksidan etkili bileşikleri olan polifenoller kuru çayın % 35'ini oluştururlar. Yeşil çay özellikle kateşinler ve kateşin türevlerini kapsayan flavonoidlerce zengindir (%30). Kateşinler, bitkilerde yaygın olarak bulunur ve

antioksidan özellikleri olan flavanoid ailesinin altı sınıfından, flavan grubuna dahil polifenolik bileşiklerdir. Taze çay filizinde epigallokateşingallat (EGCG), epikateşingallat (ECG), epigallokateşin (EGC) ve epikateşin (EC) olduğu bildirilmiştir. Bunlardan da toplam kateşinin %60'ı EGCG'dir (Kondo et al., 1999; Kurt et al., 2004; Saraç, 2005; Yılmaz, 2010). Kateşinlerin, lipit hidroperoksit oluşumunu ve toksisiteyi önleyebildiği, süperoksit, peroksinitrit ve diğer serbest radikalleri süpürücü etkisinin olduğu gösterilmiştir. Yine yapılan birçok araştırmada kateşinlerin antioksidan enzimlerin katalitik aktivitesini arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca kateşinin, lipit peroksidasyon oluşumuna bağlı olarak artan MDA (Malondialdehit) düzeyini önemli ölçüde engellediği gösterilmiştir (Kaneko et al., 1998; Goldberg et al., 2003; Mustata et al., 2005; Yılmaz, 2010).

Yeşil çayın, kanser, artritis, kardiyovasküler ve diğer düzensizliklerin oluşumunu engellediği veya geciktirdiği bilinmektedir. Çay kateşinlerinin kanserin başlangıç, ilerleme ve dönüşüm evrelerini inhibe ettiği, koroner kalp hastalıklarına karşı koruyucu olduğu, çay tüketimi ile pankreas, karaciğer, akciğer, özofagus, oniki parmak bağırsağı, meme ve kolon kanseri oluşumuna neden olan kimyasal karsinojenlere karşı koruma sağlandığı bildirilmektedir. Kateşin ve polifenol bileşiklerince zengin olan yeşil çayın, antioksidan aktivitesi vitamin C ve E'den birkaç kat daha yüksektir (Rice-Evans et al., 1995; Cemeli et al., 2009; Yılmaz, 2010).

**1.2. Isırgan otu (*Urtica* L.):** Isırgan otu, Urticaceae familyasından olup, tek veya çok yıllık bitkidir. Türkiye'de *Urtica dioica*, *Urtica pilulifera* ve *Urtica urens* bulunur. Özellikle *Urtica dioica* çok yaygındır. Ülkemizde, ağdanak, cıncar, cıncar, cızlagan ve çincar adlarıyla da bilinir. Yakıcı tüyler taşıdığından taze yaprakları deriyle temas edince deride kızarıklık ve yanma yapar. Yakıcı tüylerinden histamin, asetilkolin ve serotonin bileşikleri salgılanır. Toprak üstü kısımları kalsiyum, potasyum ve silisik asit tuzları taşır (Saraç, 2005).

Isırgan otu; flavonoidler, formik asit, yüksek oranlarda klorofil, bitki steroller, bitki enzimleri, fenilpropanlar, kumarinler, terpenoidler, potasyum tuzları, kalsiyum ve vitamin C içermektedir (Akbaş et al., 2003; Fijalek et al., 2003; Gözüm et al., 2003). Isırgan otunun antiinflamatuvar, antikanserojen, antiviral, antioksidan etkili olduğu ve yapısında bulunan çok sayıda flavanol

glikozidleri aracılığıyla immun sistem stimulatörü olarak davrandığı bildirilmektedir (Obertreis et al., 1996a; Obertreis et al., 1996b; Tanakol, 1998; Fijalek et al., 2003). Kanter ve ark. (2003), CCl<sub>4</sub> ile muamele edilen ratlarda, *Urtica dioica* ve *Nigella sativa*'nın zayıflamış olan antioksidan savunma sistemini güçlendirdiğini ve yükselen lipid peroksidasyonunu ise azalttığını bildirmişlerdir. Yine araştırmacılar *Urtica dioica*'nın sulu ekstraksiyonunun, linoleik asitin peroksidasyonu üzerinde  $\alpha$ -tokoferolden daha etkili antioksidan aktivite sergilediğini bildirmişlerdir (Kanter et al., 2003). Gülçin ve ark. (2004), *Urtica dioica*'nın sulu ekstraksiyonunun serbest radikal süpürücü ve metal tutucu aktiviteler üzerinde etkili olduğunu göstermiştir (Gülçin et al., 2004). Çetinus ve ark. (2005), yaptıkları bir çalışmada *Urtica dioica*'nın ratlarda iskemik kas dokuları üzerinde potansiyel bir antioksidan etkiye sahip olduğunu, böylece MDA seviyesini düşürerek lipid peroksidasyonunu önleyebildiğini bildirmişlerdir. Bu etkilerinden dolayı, *Urtica dioica*'nın oksidatif strese karşı iyi bir hücre koruyucu özelliğe sahip olduğunu göstermişlerdir (Çetinus et al., 2005).

**1.3. Sarı sabır (*Aloe vera*):** Aloe vera, Liliaceae familyasına ait olup, etken madde olarak antrasen türevleri taşır. Kliniksel gelişmeler farmakolojik olarak aktif maddelerin *Aloe vera* yapraklarının kabuğu ve jel ekstratlarından konsantre edildiğini açığa çıkarmıştır. *Aloe vera* 80'e yakın potansiyel olarak aktif bileşik içermekte olup, bunlar arasında vitamin, enzim, mineral, şeker, lignin, saponin, salisilik asit ve aminoasitler bulunmaktadır. *Aloe vera*'nın antioksidan özelliği yapısında bol miktarda bulunan A vitamini (Beta-karoten), C, E, B12 vitamini, kolin ve folik asitten kaynaklanmaktadır. *Aloe vera*'nın antioksidan özelliğinin yanında antiviral, antiinflamatuvar ve antitümör özellikleri de vardır (Rajasekaran et al., 2005; Saraç, 2005; Ajose, 2007; Surjushe et al., 2008).

Yapılan araştırmalar *Aloe vera*'nın güçlü antioksidan özelliğe sahip olduğunu, GST (Glutasyon-S-transferaz), GSH-Px (Glutasyon peroksidaz), CAT (Katalaz) ve SOD (Süperoksit dismutaz) gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini artırarak lipid peroksidasyonunu önemli ölçüde engellediğini göstermiştir. Yapılan bir araştırmaya göre, diyabetik ratların dokularında hidroperoksitlerin ve lipid peroksitlerin artan seviyelerinin *Aloe vera* jel ekstraktı ile muamele edilmesinden sonra normal seviyeye yakın geri döndüğü, böbrek ve karaciğerlerinde GST, GSH,

GSH-Px, SOD ve CAT aktivitesinde önemli artışa neden olduğu ifade edilmektedir (Rajasekaran et al., 2005).

**1.4. Kekik (*Thymus L. ve Origanum L.*):** Kekik, Ballıbabagiller (*Labiatae = Laminaceae*) familyasına ait olup ülkemizde Akdeniz Bölgesi'nde yayılış gösterir. Kakuk, keklik otu, catır ve sater adıyla da bilinir. Etken bileşikleri, başlıca olarak % 20'den fazla fenolik madde (timol+karvakrol) içermesi istenen uçucu yağ ayrıca flavonoid bileşikler ve başta ursolik, oleanolik asit olmak üzere triterpenik maddeler içermektedir. Kekiğe kendine özgü kokusunu veren yüksek düzeyde uçucu yağ içermesi ve uçucu yağın ana bileşenlerinin timol ve karvakrol olmasıdır. Bu maddeler kekiğe antioksidan özellik kazandıran fenolik bileşiklerdir. Bu bileşikler uçucu yağların %78-82'sini oluşturmaktadır (Botsoglou et al., 2003; Saraç, 2005). Ayrıca ülkemizde kekik olarak bilinen ve kullanılan *Origanum* türleri de bulunmaktadır. *Origanum* türleri timol ve kalvakrol içerir. *O. onites* (İzmir kekiği) ve *O. vulgare subsp. hirtum* (İstanbul kekiği), ülkemizde Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nde doğal olarak yetişir. *Origanum* türlerinin yüksek miktarda fenol içermesi nedeniyle antibakteriyel, ve antioksidan etkileri bilinmektedir (Başer et al., 1993; Botsoglou et al., 2003).

Öztürk ve ark. (2002) yaptıkları bir çalışmada, *Thymus leucotrichus var. leucorichus*, *Thymus brachychilus* ve *Thymus leucostomus var. argillaceus* türlerinden elde edilen uçucu yağların  $\alpha$ -tokoferol asetata kıyasla gösterdikleri antioksidan kapasiteleri ilk kez ortaya konmuş ve antioksidan kapasitenin en düşükten yükseğe doğru *Thymus brachychilus*, *Thymus leucotrichus var. leucorichus* ve *Thymus leucostomus var. argillaceus* olduğunu bildirmişlerdir (Öztürk et al., 2002).

**1.5. Nane (*Mentha L.*):** Anavatanı Orta Avrupa ve Asya olarak bilinen nane, Labiatae familyasının bir üyesidir. Nane bitkisinin etken bileşikleri olarak, yapraklar %0.8-4 oranında uçucu yağ, flavonlar, rosmaririk asit, kafeik ve klorojenik asit ve triterpenik maddeler taşımaktadır. Uçucu yağda %45-50 oranında mentol, %5-20 mentol esterleri daha az miktarlarda menton, ökaliptol, (-) limonen, (-) B-karyofillen içermektedir. Uçucu yağ miktarı ve bileşenleri yetiştirilen ırka ve yetiştirme koşullarına göre değişiklik göstermektedir (Baytop, 1999; Başer, 2002; Öztürk et al., 2002). Öztürk ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada, Türkiye'de yayılış gösteren

değişik *Mentha L.* taksonlarından elde edilen uçucu yağın bileşimlerini ve antioksidan kapasitelerini ortaya koymuşlardır. Buna göre, 1000 ppm uçucu yağda antioksidan kapasiteleri sırasıyla *Mentha x piperita L.* 11.270, *Mentha puleguim L.* 1.620, *Mentha longifolia L. subsp. longifolia* 14.170 ve *Mentha longifolia L. subsp. typhoides* 15.981 olarak bulunmuştur. Böylece *Mentha longifolia L. subsp. typhoides*'in en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermişlerdir (Öztürk et al., 2002).

**1.6. Biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*):** Biberiye, Labiatae familyasına ait olup, yurdumuzda doğal olarak yayılış gösterir. Daha çok Akdeniz Bölgesi'nde Adana ve Mersin yöresinde yetişen biberiye, halk arasında kuşdili, hasalban ve akpüren isimleriyle bilinen önemli tıbbi ve aromatik bitki türüdür (Gülbaba ve Özkurt, 2002).

*Rosmarinus officinalis L.* yapraklarında karnosol, rozmarinik asit ve karnosik asit gibi güçlü antioksidanlar bulunmaktadır. Karnosik asitin karnosoldan üç kat, BHT ve BHA'dan ise yedi kat fazla olduğu bildirilmiştir. Karnosik asitin hayvansal yağlar için en güçlü antioksidan olduğu bilinmektedir. Abietatrien türevi diterpenler karnosik asit ve karnozol biberiyenin antioksidan etkisinin %90'ından sorumludur. Benzer etkiye sahip diğer bileşikler rozmanol, epirozmanol, izorozmanol, rozmaridifenol, rozmadial ve miltiron'dur. Biberiyenin antioksidan etkisinin; öncelikli olarak türe, hasat zamanına, işlemin tipine ve en önemli faktörlerden olan gelişme ortamının çevresel ve ekolojik karakteristiklerine bağlı olduğu bildirilmektedir (Frankel et al., 1996; Richheimer et al., 1996; Başer, 2002; Çoban ve Patır, 2010).

**1.7. Dağ çayı (*Sideritis L.*):** Labiatae familyasının üyelerinden olan *Sideritis* cinsi, 46 tür ve 53 taksondan oluşmaktadır. İçerdiği taksonlardan 39 tanesi endemik olup Türkiye Florası'nda büyük öneme sahiptir. *Sideritis* türleri halk arasında genellikle "Dağ çayı, Yayla çayı" olarak isimlendirilir. Bu türler fitokimyasal olarak birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve uçucu yağ, diterpenoid, yağ asidi, kumarin ve flavonoid grubu bileşikler mevcuttur. Flavonoid, fenolik glikozit, fenolik asit türevleri ve uçucu yağları yapısında bulundurmasından dolayı dağ çayının antioksidan ve antimikrobiyal özelliği ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Özcan, 2001; Ertan, 2001; Tunalier, 2002; Kırmir et al., 2004; Tunalier, 2004; Şahin, 2006).

Yapılan çalışmalar *Sideritis* türlerinin fenolik bileşiklerce zengin olduğunu ve antioksidan özelliğe sahip olduğu fikrini doğrulamaktadır. Tunalier ve ark. (2002) yaptığı bir çalışmada, yüksek toplam fenol içeriğine sahip bazı *Sideritis* türlerinin serbest radikal süpürücü etki gösterdiği ve lipit peroksidasyonunun önlenmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir (Tunalier et al., 2002). Yine yapılan bir çalışmada, *Sideritis*

*scardica Griseb.* türünün BHT ile karşılaştırılabilecek bir serbest radikal süpürücü etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Koleva et al., 2002).

**1.8. Sarı kantaron (*Hypericum perforatum L.*):** Guttiferae familyasına ait olan *Hypericum perforatum* türü ülkemizde geniş yayılış alanına sahiptir. Sarı kantaron %6.5-15 kateşik tanen ve proantosiyanidinler (örn., kateşin, epikateşin, lökosiyanidin), flavonoitler (örn., hiperozit (%2'ye kadar), rutin (%1.6'ya kadar), kersetin (%0.3'e kadar), biflavonoitler (%0.26 biapigeninler), floroglusinol türevleri (örn., hiperforin (%4'e kadar)), uçucu yağ (%0.05-1.0), %0.05-0.15 naftodiantronlar (hiperisin ve psödohiperisin), ksantonlar (10 ppm'e kadar), steroller, vitaminler (A ve C) ihtiva eder (Mahady et al., 2001; Başer, 2002).

Meral ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada, *H. perforatum*, *H. triquetrifolium* ve *H. empetrifolium* türlerinin total fenol içeriğini ve antioksidan aktivitesini belirlemişlerdir. Total fenol içeriği kuru ağırlık *H. perforatum*'da 325.00, *H. triquetrifolium*'da 299.36 ve *H. empetrifolium*'da 399.62, antioksidan aktiviteyi ise sırasıyla 4.615, 2.422 ve 5.483 olarak bulmuşlardır. Buna göre fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteden sorumlu olduklarını ortaya koymuşlardır (Meral ve Konyalıoğlu, 2002).

## Sonuç

Toplumda hastalıklardan en iyi korunma yöntemi olarak bağışıklık sisteminine yardımcı ve aktive edici özelliği olan antioksidanların sentetik formları, ne yazık ki taşıdıkları toksik potansiyelden dolayı tercih edilmemekte ve bundan dolayı doğal antioksidan özelliğe sahip fenolik bileşiklere ilgi artmaktadır. Fenolik madde içeriği fazla gıdaların tüketimi, vücutta birçok rahatsızlığın oluşmasına engel olabilecek potansiyele sahiptir.

Antioksidan özellikli fenolik bileşiklerin etki mekanizmalarının ve canlılar üzerindeki etkilerinin tespit edilerek; farmakoloji, gıda ve birçok sanayi sektöründe kullanım olanağın olması oldukça önemlidir. Bu bağlamda, kaynakların sınırsız olmadığı gerçeğinden de hareketle fenolik bileşiklerce zengin gıdaların artıklarının dahi uygunproseslerle değerlendirilerek insan yaşamına fayda sağlayacak bir şekilde dönüştürülmesi olumlu katkılar sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

**Ajose FO 2007.** Some Nigerian plants of dermatologic importance. *Int J Dermatol.*, 46(1): 48-55.

**Akbay P, Başaran AA, Undeğer U, Başaran N 2003.** In vitro immunomodulatory activity of flavonoid glycosides from *Urtica dioica* L. *Phytother Res.* 17: 34–37.

**Başer KHC 2002.** Fonksiyonel Gıdalar ve Nutrasötikler. 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiriler.*

**Başer KHC, Özek T, Tümen G, Sezik E 1993.** Composition of the Essential Oils of Turkish Origanum Species with Commercial Importance. *J. Essent. Oil Res.*, 5(6): 619-623

**Baydar H, 2007.** Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, S.D.Ü. Yayın No:* 51, 216 s.

**Baytop T 1999.** Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi, s:302-304, İstanbul.

**Bilaloğlu GV, Harmandar M 1999.** Flavonoidler, *Bakanlar Matbaacılık Ltd. Şti.* s:336-343, İstanbul.

**Cemeli E, Baumgartner A, Anderson D 2009.** Antioxidants and the Comet Assay. *Mutat Res.*, 681: 51-67

**Çetinus E, Kılınç M, İnanç M, Kurutaş EB, Buzkan N 2005.** The Role of *Urtica dioica* (Urticaceae) in the Prevention of Oxidative Stress Caused by Tourniquet Application in Rats. *Tohoku J. Exp. Med.*, 205: 215-221.

**Çoban ÖE, Patır B 2010.** Antioksidan Etkili Bazı Bitki ve Baharatların Gıdalarda Kullanımı *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2): 7-19.

**Fernandez-Lopez J, Zhi N, Aleson-Carbonell I, Perez-Alvarez A, Kuri V 2005.** Antioxidant and antibacterial activities of natural extract application in beef meatballs. *Meat Sci.*, 69(3): 371-380.

**Fijalek Z, Solyk K, Lozak A, Kominek A, Ostapczuk P 2003.** Determination of some micro- and macroelements in preparations made from peppermint and nettle leaves. *Pharmazie.* 58: 480-482.

**Frankel EN, Huang S, Aeschbach R, Prior E 1996.** Antioxidant Activity of a Rosemary Extract and Its Constituents, Carnosic Acid, Carnosol, and

Rosmarinic Acid, in Bulk Oil and Oil in Water Emulsion. *J. Agric. Food Chem.* 44: 131-135.

**Goldberg DM, Yan J, Soleas GJ 2003.** Absorption of Three Different Matrices by Healthy Subjects. *Clin Biochem*, 36: 79-87.

**Gözüm S, Tezel A, Koç M 2003.** Complementary alternative treatments used by patients with cancer in eastern Turkey. *Cancer Nurs.*, 26: 230–236.

**Gülbaba AG, Özkurt N 2002.** Adana ve Mersin Yöresi Doğal Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) Pouplasyonlarının Alan, Yaprak ve Yağ Verimlerinin Belirlenmesi, 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiriler.*

**Gülçin I, Küfrevioğlu I, Oktay M, Büyükokuroğlu ME 2004.** Antioxidant, Antimicrobiol, Antiulcer and Analgesic Activities of Nettle (*Urtica dioica* L.). *J. Ethnopharmacol.*, 90: 205-215.

**Harborne JB, Williams CA 2000.** Advances in Flavonoid Research Since 1992. *Phytochem*, 55: 481.

**Kaneko T, Matsuo M, Baba N 1998.** Inhibition of Linoleic acid Hydroperoxide-induced Toxicity in Cultured Human Umbilical Vein Endothelial Cells By Catechins. *Chem. Biol. Interact*, 114: 109-119.

**Kanter M, Merak I, Dede S, Gündüz H, Cemek M, Özbek H, Urgan I 2003.** Effects of *Nigella sativa* L. and *Urtica dioica* L. on Lipid Peroxidation, Antioxidant Enzyme Systems and Some Liver Enzymes in CCl<sub>4</sub>-treated Rats. *J. Vet. Med. A. Physiol. Pathol. Clin. Med.*, 50: 264-268.

**Koleva II, van Beek TA, Linssen, JP, de Groot A, Evstatieva LN 2002.** Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. *Phytochem. Anal.*, 13(1): 8-17.

**Kondo K, Kurihara M, Miyata N, Suzuki T, Toyoda M 1999.** Scavenging Mechanism of (-)-Epigallocatechin Gallate and (-)-Epicatechin Gallate on Peroxyl Radicals and Formation of Superoxide During the Inhibitory Action. *Free Radic Biol & Med*, 27: 855-863.

**Kurt H, Başaran A, Musmul A 2004.** Sıçanlarda Karbon Tetraklorit (CCl<sub>4</sub>)’in Oluşturduğu

Oksidatif Stresin Kateşin ile Önlenmesi. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 5: 29-34.

**Mahady GB, Fong HHS, Farnsworth NR 2001.** Botanical Dietary Supplements; Quality, Safety, Efficacy, Lisse: *Swets & Zeitlinger*.

**Meral GE, Konyalıoğlu S 2002.** Üç Hypericum L. Türünün Antioksidan Etkilerinin İncelenmesi. *14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiriler*.

**Merken HM, Merken CD, Beecher GR 2001.** Kinetics Method for the Quantitation of Anthocyanins, Flavonal and Flavones in Food. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 2727-2732.

**Mustata GT, Rosca M, Biemel KM, Reihl O, Smith MA, Viswanathan A, Strauch C, Du Y, Tang J, Kern TS, Lederer MO, Brownlee M, Weiss MF, Monnier VM 2005.** Paradoxical Effects of Green Tea (*Camellia sinensis*) and Antioxidant Vitamins in Diabetic Rats. *Diabetes*, 54 (2): 517-526.

**Njume C, Afolayan AJ, Ndip RN 2009.** An overview of antimicrobial resistance and the future of medicinal plants in the treatment of Helicobacter pylori Infections. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.*, 3: 685-699.

**Obertreis B, Giller K, Teucher T, Behnke B, Schmitz H 1996a.** Anti-inflammatory effect of Urtica dioica folia extract in comparison to caffeic malic acid. *Arzneimittelforschung*. 46: 52-56.

**Obertreis B, Rutkowski T, Teucher T, Behnke B, Schmitz H 1996b.** Ex-vivo in-vitro inhibition of lipopolysaccharide stimulated tumor necrosis factor-alpha and interleukin-1 beta secretion in human whole blood by extractum urticae dioicae foliorum. *Arzneimittelforschung*, 46: 389-394.

**Öztürk B, Konyalıoğlu S, Baykan LŞ 2002.** Türkiye’de Doğal Yayılış Gösteren Bazı Thymus L. Taksonlarının Uçucu Yağlarının Karşılaştırmalı Antioksidan Etkileri. *14. İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiriler*.

**Öztürk B, Konyalıoğlu S, Ertaş H, Gökgünneç L 2002.** Türkiye’de Doğal Yayılış Gösteren Bazı Mentha Taksonlarının Karşılaştırmalı Uçucu Yağ Bileşenleri ve Antioksidan Etkileri, *14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiriler*.

**Packer L, Hiramatsu M, Toshikawa T 1999.** Antioxidant Food Supplements in Human Health. *Academic Press.*, San Diego.

**Parihar MS, Hemnani T 2003.** Phenolic Antioxidants Attenuate Hippocampal Neuronal Cell Damage Against Kainic acid Induced Excitotoxicity. *J. Biosci.*, 28: 121-128.

**Rajasekaran S, Sivagnanam K, Subramanian S 2005.** Antioxidant effect of Aloe vera Gel Extract in Streptozotocin-induced Diabetes in Rats. *Pharmacol Rep.*, 57(1): 90-96.

**Rice-Evans CA, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM, Pridman JB 1995.** The Relative Antioxidant Activities of Plant-derived polyphenolic Flavonoids. *Free Radic. Res.*, 22: 375-383.

**Richheimer SL, Bernart MW, King GA, Kent MC, Bailey DT 1996.** Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. *Journal AOCS.*, 73: 507-514.

**Risch SJ 1997.** Spices: Sources, processing and chemistry. Risch S.J., Ho C.T. (eds). Spices flour chemistry and antioxidant properties. *Amer. Chem Soc.*, 2-6.

**Saraç E 2005.** Doğanın Şifalı Eli, *Doğan Kitap*, İstanbul.

**Schoeter H, Williams RJ, Martin R, Iversen L, Rice-Evans CA 2000.** Phenolic Antioxidants Attenuate Neuronal Cell Death Following Uptake of Oxidized Low-density Lipoprotein, *Free Radic. Biol. Med.*, 29: 1222-1233.

**Shahidi F, Janitha PK, Wanasundara PD 1992.** Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32(1): 67-103.

**Shahidi F, Naczk M 1995.** Food Phenolics, Sources, Chemistry Effect Applications. *Technomic Publication*, USA.

**Silva FAM, Borges F, Guimaraes C, Lima JLFC, Matos C, Reis S 2000.** Phenolic Acids and Derivatives; Studies on the Relationship among Structure, Radical Scavenging Activity and Physicochemical Parameters. *J. Agric. Food Chem.* 48: 2122-2126.

**Summanen J, Vuorela P, Marjamaki K, Pasternack M, Törnquist K, Vuorela H 2001.** Effect of Simple Aromatic Compounds and Flavonoids on Ca<sup>+2</sup> Fluxes in Rat Pituitary GH<sub>4</sub>C<sub>1</sub> Cells. *Eur. J. Pharmacol.*, 414: 125-133.

**Surjushe A, Vasani R, Saple DG 2008.** Aloe vera: a short review. *Indian J Dermatol*, 53: 163-166.

**Tanakol R 1998.** Antioksidan vitaminler: Hastalıkta ve sağlıkta önemleri. *Klinik gelişim*, 11: 347-356.

**Tunalier Z, Öztürk N, Koşar M, Başer KHC, Duman H, Kırmır N 2002.** Bazı Sideritis türlerinin antioksidan etki ve fenolik bileşikler yönünden incelenmesi, 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiriler*.

**Wanasundara PD, Shahidi F 1998.** Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chemistry*, 63(3): 335-342.

**Yılmaz İ 2010.** Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17(2): 143-153.

**Youim KA, Joseph JA 2001.** A Possible Emerging Role of Phytochemicals in Improving Age-related

Neurological Dysfunction a Multiplicity of Effects. *Free Radic. Biol. Med.*, 30: 583-594.

## Organofosforlu Pestisitlerin Yüksek Omurgalı Karaciğer Üzerindeki Etkileri

Özlem ÖNEN<sup>1,\*</sup>, Yasemen ADALI<sup>2</sup>, Hatice BEŞEREN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kars  
<sup>2</sup> Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Patoloji Anabilim Dalı, Kars  
<sup>3</sup> Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı, Kars

Yayın Kodu (Article Code): 9-1A-5

**Özet:** Organofosforlu pestisitler, fosfor içeren asitlerin ester, tiol ester veya anhidrit türevleri olup tarımda, evlerde, bahçelerde ve veterinerlikte kullanılmaktadır. Bu derlemede, öncelikle organofosforlu pestisitlerin yüksek omurgalıların karaciğer histolojisi üzerindeki etkilerine ilişkin güncel raporların değerlendirilerek ileride yapılacak çalışmalara ışık tutabilmesi amaçlanmıştır.

Mevcut literatür bilgileri, Kafkas Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji ve Ekotoksikoloji Laboratuvarları ve Tıp Fakültesi, Tıbbi Patoloji Anabilim Dalı Laboratuvarlarındaki çalışmalar ışığında gözden geçirilerek derleme halinde düzenlenmiştir.

Çeşitli kimyasalların etkilerini ortaya koymak için karaciğer, omurgalılarda detoksifikasyon merkezi olması bağlamında histopatolojik olarak öncelikli incelenmesi gereken alanlardandır. Burada, organofosforlu pestisitlerin yüksek omurgalıların karaciğerlerindeki histopatolojik etkileri derlenmiştir. Gözlemlenen başlıca histopatolojik etkiler, sinüzoidal dilatasyon, konjesyon, steatoz, alkolik hepatit benzeri bulgular ve sentrolobüler nekroz olarak özetlenmiştir.

Bu derlemede anlatılan çalışmalar doğrultusunda, organofosforlu pestisitlerin son derece toksik oldukları ve diğer pestisite nazaran doğada daha hızlı parçalansalar da akut toksisitelerinin yüksek olduğu ortaya konmuştur. Organofosforlu pestisit maruziyetiyle yüksek omurgalıların karaciğerlerinde izlenen histolojik değişimlerin özgül nitelik taşımadığı, ancak sürekli artan pestisit kullanımı uzantısında, biyoçeşitliliğin korunmasına yönelecek tüm çalışmalarda bu değişimlerin izlenmesinde yarar olduğu açıktır. Gelişmiş tekniklerin kullanıldığı ileri düzeydeki bütün araştırmalar, histolojik düzeyde temel verilere dayanarak gerçekleştirilebilir ve histopatoloji; özel alanlardaki araştırmaların altın anahtarındır.

**Anahtar Kelimeler:** Organofosforlu pestisitler, yüksek omurgalılar, karaciğer, histopatoloji.

### The Effects of Organophosphorous Pesticides on the Liver of Advanced Vertebrates

**Abstract:** Organophosphorus pesticides are the esters, thiol ester or anhydride derivatives of acids containing phosphorus; and are used in agriculture, houses, gardens and veterinary medicine. Primarily, it was aimed to be able to shed light on future studies, evaluating the current reports regarding the effects of organophosphorus pesticides on the liver of advanced vertebrates.

The available literatural information arranged as compilation by revised in accordance with the works in the Kafkas University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Zoology and Ecotoxicology Laboratories and Faculty of Medicine, Department of Medical Pathology Laboratories.

To expose the effects of various chemicals, the liver is the area that should be examined for histopathologically priority in the context of being a detoxification center in vertebrates. Here, histopathological effects of organophosphorus pesticides in the livers of advanced vertebrates were compiled. The major histopathological effects observed in the liver were summarized as sinusoidal dilation, congestion, steatosis, alcoholic hepatitis like findings and centrilobular necrosis.

It was demonstrated that organophosphorus pesticides is highly toxic and their acute toxicities are high although they break down more quickly in nature than many other pesticides in accordance with the researches described in this review. It is clear that histologic changes in the liver of high vertebrates with organophosphorus pesticide exposure are not specific, but it is obvious that the monitoring of these alterations is useful in all the activities that will lead to the conservation of biodiversity. All advanced researches that uses developed techniques may be carried out basing on the fundamental data on the histological level and histopathology is the golden key of the researches in specialized fields.

**Keywords:** Organophosphorus pesticides, advanced vertebrates, liver, histopathology.

\*(Corresponding author) **e-mail:** onenozlem@gmail.com

## **Introduction**

Organophosphate pesticides come from heterogeneous chemicals specially designed for pests, weeds and plant diseases (Bolognesi, 2003; Kumar et al., 2010). Organophosphate pesticides have been widely used in agriculture for years for plant protection and pest control, and thousands of these compounds are marketed for these purposes [Mansour et al., 2009; Eleršek and Filipič, 2011]. Insecticides such as malation, paration, diazinon, forat, terbufos, phthionine and chlorpyrifos; nerve gases such as soman, sarin and tabun; ecotriphate and isoprofloracin used in eye treatment and trichlorfon used against parasites are examples of organophosphorus insecticides (Kats and Brooks, 2009).

The toxicity of organophosphorous pesticides depends on their chemical structure, their metabolism in the target organism, their exposure to concentration (or dosage), their degree of fragmentation, the entrance pattern to organism, etc. (Eleršek and Filipič, 2011). The best described toxic effects of organophosphate pesticides are neurological manifestations following acute poisoning as a consequence of the primary target (acetylcholinesterase). Potential secondary targets and toxic effects outside the nervous system are very important for risk assessment, although they have not been studied adequately. Unlike other man-made chemicals, organophosphate pesticides can affect a large part of the human population as a result of domestic consumption, agricultural activities and contaminant food and water consumption (Maroni et al., 2000).

According to World Health Organization records, about 3 million people worldwide are exposed to toxicity due to pesticides and it is reported that this toxicity causes a high rate of death. Among them, organophosphorus pesticides are known to

suppress the enzyme acetylcholinesterase and cause neurotoxicity (Demirdöğen, 2010).

The aim of this review is to evaluate and summarize the damages caused by organophosphate pesticides especially on the liver structure histopathologically in the context of being a detoxification center in mammals from high vertebrates.

## **Material and Method**

The current literature is compiled and reviewed in the light of the studies in the Kafkas University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Zoology and Ecotoxicology Laboratories and Faculty of Medicine, Department of Medical Pathology Laboratories.

## **Results**

In all vertebrates, the liver is composed of smooth, polygonal hepatocytes which has prominent dark nucleus and distinct cell borders around the central vein and sinusoids extending between them (Ganser et al., 2003; Junqueira and Carneiro, 2003; Gartner and Hiatt, 2006; Ross and Pawlina, 2006; Aroud, 2011; Önen et al., 2011; Amaral et al., 2012; Yao et al., 2012; Holy et al., 2015; Muikham et al., 2016; Odokuma and Omokaro 2015; Okle et al., 2016).

Organophosphorus compounds are known to seriously affect the liver. Common changes in the liver in high vertebrates caused by organophosphorus compounds are necrosis and steatosis. The general conclusion is that the findings in the liver do not change and are not specific to the chemical being exposed (Kerem et al., 2007; SutayandTirpude, 2008; Kumar et al., 2010; Alarami, 2015; Holy et al., 2015).

Liver is the organ where activation and detoxification of organophosphorus compounds takes place (Barr et al., 2005; Khogali, 2005).



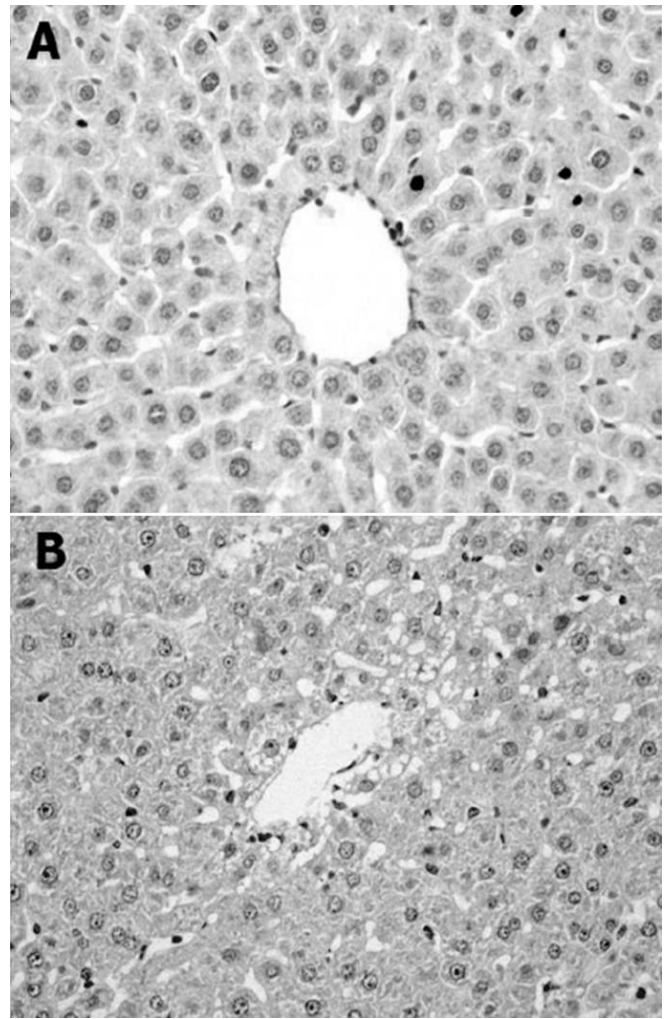
Pesticides can directly kill high vertebrates which are not targeted organisms, also impair liver function in the adverse effects of all metabolic processes.

For example, in rat livers which are exposed to fenthion, an organophosphate pesticide; minimal cellular changes like congestion, Kupffer cell activation and centrilobular damage were seen in low-dose exposure groups while swelling and vacuolization in hepatocytes and moderate centrilobular degeneration were observed in high dose groups (Kerem et al., 2007, Figure 1).

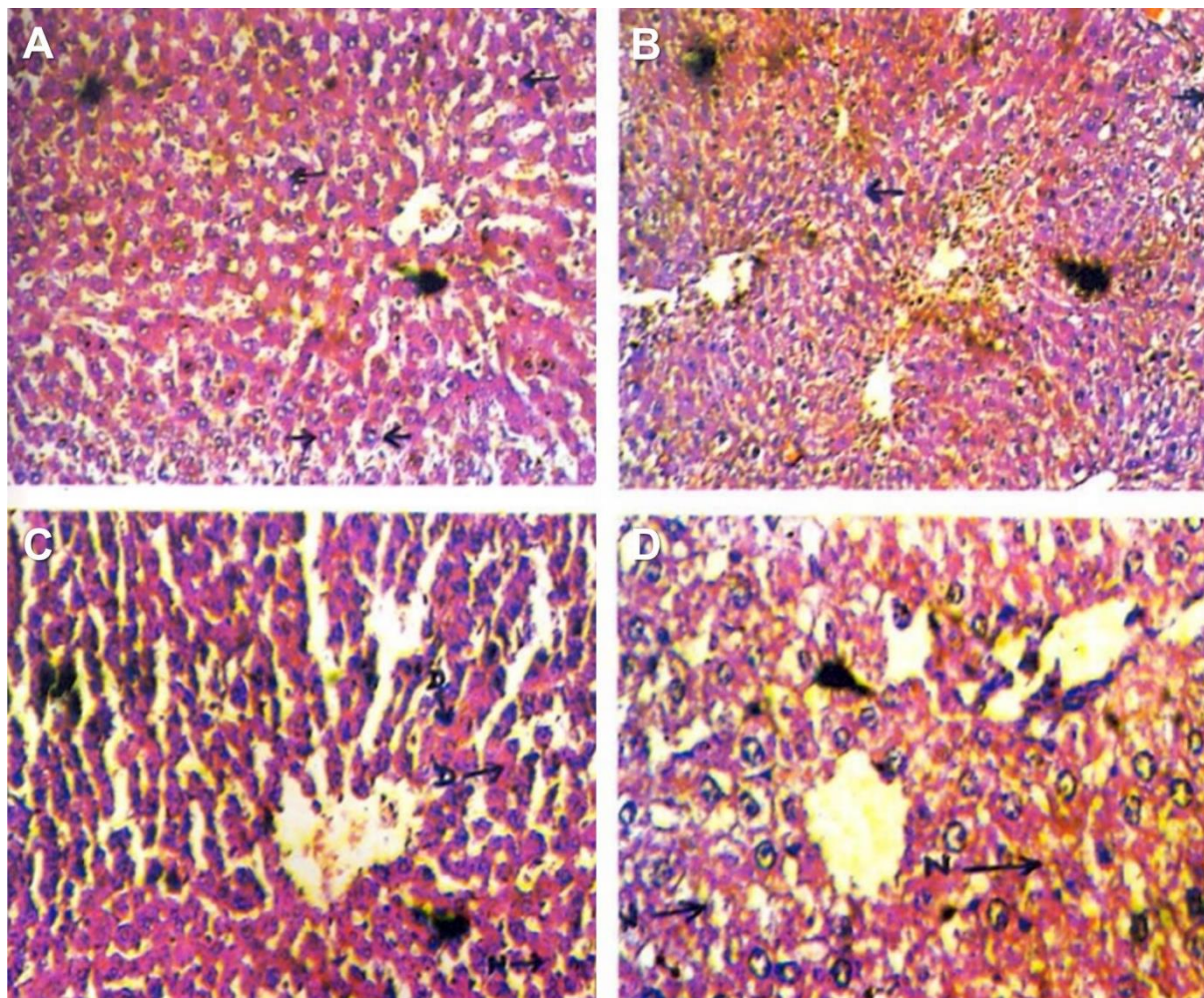
In this frame, according to some studies taken as reference (Holy et al., 2015; Saha and Das, 2015), it is reported that in the liver of rats exposed to dichlorvos, an organophosphate pesticide, differ from control group by the presence of feathery changes in hepatocytes, congestion, sinusoidal dilatation, steatosis-like fatty change and centrilobular necrosis around the central vein and an increase in toxicity due to dose escalation has been reported.

In diabetic rats with organophosphorus insecticide exposure to monocrotophyx, prominent changes in liver like congestion in central vein, enlargement of hepatocytes as well as focal necrosis, sinusoidal dilatation, fatty degeneration, congestion in sinusoids around the central vena, swelling and vacuolization in hepatocytes, picnosis like degenerations (Figure 2) were reported (Benjamin et al., 2006).

Within the scope of a study on humans as the most advanced high vertebrates, congestion, centrilobular necrosis, fatty degenerations, alcoholic hepatitis-like findings, and sinusoidal dilation were reported in human livers examined in forensic laboratories (Sutay and Tirpude, 2008).



**Figure 1.** Histopathological changes observed in rat liver with fenthion exposure. **A.** Low dose fenthion exposure, no cell damage present, **B.** High dose fenthion exposure, swelling and vacuolization of hepatocytes, and centrilobular deformation evaluated as moderate damage, HE x 200 (Kerem et al., 2007).



**Figure 2.** Histopathological changes in albino rat liver exposed to monocrotophos **A-B**. Fat degeneration: arrow **C**. Necrosis and degeneration in parenchyma cells: **N**, sinusoidal dilatation: **D**, **D**. centrilobular necrosis: **N**, **A-C** x 200, **D** x 400 (Benjamin et al., 2006).

### Discussion and Conclusion

Along with the common histological alteration steatosis observed in the livers of high vertebrates as a result of various chemical applications, the changes observed are not as specific as many times emphasized. However, there is definitely benefit in monitoring these changes in all studies that will lead to the conservation of biodiversity in the context of ever-increasing chemical use. All advanced studies using advanced techniques can be performed on the basis of histological histology and histopathology; Is the starting line of research in specific areas. Agricultural governments of developed countries should focus on the monitoring and optimization of the use of organophosphorus compounds as pesticides and, most importantly, the promotion of the use of organic pesticides from chemical pesticides.

### References

- Alarami AMJ 2015.** Histopathological Changes in the Liver and Kidney of Albino Mice on Exposure to Insecticide, Dimethoate. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(7): 287-300.
- Amaral MJ, Bicho RC, Carretero MA, Sanchez-Hernandez JC, Faustino AMR, Soares AMVM, Mann RM 2012.** The use of a lacertid lizard as a model for reptile ecotoxicology studies: Part 2 – Biomarkers of exposure and toxicity among pesticide exposed lizards. *Chemosphere*, 87(7): 765–774. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.01.048>
- Aroud M 2011.** Biological Markers of Human Exposure to Pesticides. Chapter: 10. In: *Pesticides in the Modern World – Pests Control and Pesticides Exposure and Toxicity Assessment*. pp. 191-212. Editor: Margarita Stoytcheva ISBN: 978-953-307-

457-3, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-pests-control-and-pesticides-exposure-and-toxicity-assessment/biological-markers-of-human-exposure-to-pesticides>

**Barr DB, Allen R, Olsson AO, Bravo R, Caltabiano LM, Montesano A, Nguyen J, Udunka S, Walden D, Walker RD, Weerasekera G, Whitehead Jr RD, Schober SE, Needham LL 2005.** Concentrations of selective metabolites of organophosphorus pesticides in the United States population. *Environmental Research*, 99: 314-326. doi:10.1016/j.envres.2005.03.012

**Benjamin N, Kuswah A, Sharma RK, Katiyar AK 2006.** Histopathological changes in liver, kidney and muscles of pesticides exposed malnourished and diabetic rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, 44: 228-232.

**Bolognesi C 2003.** Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutation Research*, 543: 251-272.

**Demirdöğen BC 2010.** Organofosfatlı-pestisit-zehirlenmeleri ve serum paraoksonaz 1 (PON1) enziminin organofosfat metabolizmasındaki rolü. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 67(2): 97-112.

**Eleršek T, Filipič M 2011.** Organophosphorous Pesticides - Mechanisms of Their Toxicity. Chapter 12. In: *Pesticides - The Impacts of Pesticides Exposure*. (ed. M Stoytcheva), Published: January 21, 2011 under CC BY-NC-SA 3.0 license, pp. 243-290. doi: 10.5772/14020, ISBN: 978-953-307-531-0

**Ganser LR, Hopkins WA, O'Neil L, Hasse S, John H. Roe JH, Sever DM 2003.** Liver Histopathology of the Southern Watersnake, *Nerodia fasciata fasciata*, Following Chronic Exposure to Trace Element-Contaminated Prey from a Coal Ash Disposal Site. *Journal of Herpetology*, 37(1): 219-226. doi: 10.1670/0022-1511(2003)037[0219:LHOTSW]2.0.CO;2

**Gartner LP, Hiatt JL 2006.** Color Textbook of Histology. 3rd Edition. Philadelphia, Pennsylvania, W.B. Saunders Company, 577 pp.

**Holy B, Kenanagha B, Onwuli DO 2015.** Haemato-pathological effect of Dichlorvos on blood Picture and liver cells of albino rats. *Journal*

*of Toxicology and Environmental Health Sciences*, 7(2): 18-23. doi: 10.5897/JTEHS2015.0327 ISSN: 2006-9820.

**Junqueira LC, Carneiro J 2004.** Basic Histology: 10. Edition. Text & Atlas. Lange Medical Books/McGraw-Hill, New York.

**Katz KD, Brooks DE 2009.** Organophosphate Toxicity. In: Medscape. Editors: Talavera F, Tarabar A, Kirkland L, <http://emedicine.medscape.com/article/167726-overview> (Erişim tarihi: 10.12.2009)

**Kerem M, Bedirli N, Gürbüz N, Ekinci Ö, Bedirli A, Akkaya T, Şakrak Ö, Paşaoğlu H 2007.** Effects of Acute Fenthion Toxicity on Liver and Kidney Function and Histology in Rats. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 37(5): 281-288.

**Khogali FA, Sheikh JB, Rahman SA, Rahim AA, Daghestani MH, 2005.** Histopathological and Hematological Effects of Dimethoate 40EC on Some Organs of Albino Mice. *Journal of King Saud University - Science*, 18(2): 73-87.

**Kumar SV, Fareedullah Md, Sudhakar Y, Venkateswarlu B, Kumar EA, 2010.** Current review on organophosphorus poisoning. *Archives of Applied Science Research*, 2(4): 199-215.

**Mansour SA, Mossa AH 2009.** Lipid peroxidation and oxidative stress in rat erythrocytes induced by chlorpyrifos and the protective effect of zinc. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 93(1): 34-39. doi: 10.1016/j.pestbp.2008.09.004

**Maroni M, Colosio C, Ferioli A, Fait A 2000.** Chapter 1 – Organophosphorous pesticides, In: *Toxicology*, 143: 5-37.

**Muikham I, Srakaew N, Chatchavalvanich K 2016.** Microanatomy of the digestive system of Supachai's caecilian, *Ichthyophis supachaii* Taylor, 1960 (Amphibia: Gymnophiona). *Acta Zoologica*, 1-19 pp. doi: 10.1111/azo.12173, online ISSN: 1463-6395, John Wiley and Sons.

**Odokuma EI, Omokaro EI 2015.** Comparative histologic anatomy of vertebrate liver. *Annals of Bioanthropology*, 3(1): 1-5. doi: 10.4103/2315-7992.160728

**Okle OSE, Derbalah A, Omnia El Euonya OE 2016.** Hepatic damage associated with fatal zinc phosphide poisoning in broiler chicks. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 4: 11–16.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijvsm.2016.10.002>

**Önen Ö, Gündüz Ö, İşisağ Üçüncü S 2011.** Ham Petrolün Suda Çözünebilen Kısımlarının *Pelvicachromis pulcher* (Boulenger, 1901) (Cichlidae, Teleostei) Bağırsak ve Karaciğeri Üzerindeki Etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(Suppl-B): 197-203.

**Ross MH, Pawlina W 2006.** Histology A Text and Atlas, Fourth Edition, Lippincott Williams & Wilkins Company, Baltimore.

**Saha S, Das D 2015.** Changes in Liver in Case of Insecticidal and Alcohol Poisoning: An Autopsy Study". *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 4(27): 4622-4628, doi: 10.14260/jemds/2015/669 , pISSN- 2278-4748

**Sutay SS, Tirpude BH 2008.** Pattern of histopathological changes of liver in poisoning. *Journal of Indian Academy of Forensic Medicine*, 30(2): 63-68.

**Yao Y, Lin J, Yang P, Chen Q, Chu X, Gao C, Hu J 2012.** Fine Structure, Enzyme Histochemistry, and Immunohistochemistry of Liver in Zebrafish. *Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 295(4): 567-576. doi: 10.1002/ar.22416

## Akut Klorprifos-Etil Toksikasyonunda Kafeik Asit Fenetil Esterin Total Sialik Asit, Nitrik Oksit Ve Aminotransferaz Düzeylerine Etkisi

H. Ahmet DEVECİ<sup>1</sup>, Gökhan NUR<sup>1\*</sup>, Mehmet Ali KIRPIK<sup>2</sup>, Abdulsamed KÜKÜRT<sup>3</sup>,  
Mahmut KARAPEHLİVAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Gaziantep Üniversitesi, Islahiye Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Gaziantep

<sup>2</sup> Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji A.D., Kars

<sup>3</sup> Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya A.D., Kars

<sup>4</sup> Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya A.D., Kars

(\*İletişim yazarı: E-mail: gokhannur@gantep.edu.tr; fax: +90 342 8690313)

**Yayın Kodu (Article Code): 9-1A-6**

**Özet:** Bu çalışmada tarım alanında kullanılan klorprifos-etil (CPF)'in farelere akut uygulanmasında kafeik asit fenetil ester CAPE'nin total sialik asit (TSA), nitrik oksit (NO), aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT) düzeylerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada her biri 25-30 g ağırlığında, 32 adet erkek Mus musculus türü fare rastgele 4 eşit gruba ayrıldı. Kontrol grubuna serum fizyolojik (% 0.9 NaCl) intraperitoneal, CPF grubuna 101 mg/kg klorprifos-etil serum fizyolojik ile seyreltilerek subkutan, CAPE grubuna % 10'luk etil alkolde çözdürülen 10 µmol/kg CAPE intraperitoneal ve CPF+CAPE grubuna ise 101 mg/kg klorprifos-etil serum fizyolojik ile seyreltilerek subkutan ve % 10'luk etil alkolde çözdürülen 10 µmol/kg CAPE, intraperitoneal enjeksiyon ile uygulandı. Deney hayvanlarından 24 saat sonra kan örnekleri intrakardiyak olarak alınıp plazmaları ayrıldı. Elde edilen plazma örneklerinde TSA, NO seviyeleri, AST ve ALT aktiviteleri ölçüldü. Bulgularımıza göre akut uygulanan klorprifos-etilin farelerde TSA, NO düzeylerini, AST ve ALT aktivitelerini arttırdığı tespit edildi. CPF+CAPE verilen grupta meydana gelen artışların kontrol grubuna göre yüksek, CPF grubuna göre daha düşük olduğu belirlendi. Buna göre CAPE'nin klorprifos-etilin neden olduğu karaciğer hasarını engellediği ve oksidatif stresi azaltarak koruyucu etki gösterdiği belirlendi.

**Anahtar sözcükler:** Klorprifos-etil, Kafeik asit fenetil ester, akut toksisite, total sialik asit, aminotransferazlar.

**Abstract:** The aim of this study was aimed to investigate the effect of caffeic acid phenethyl ester CAPE on total sialic acid (TSA), nitric oxide (NO), aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) levels in acute administration of chlorpyrifos-ethyl (CPF). In the study, 32 male Mus musculus species mice which are each of weighing 25-30 g were randomly divided into 4 equal groups. The control group was intraperitoneally injected with saline (0.9% NaCl), subcutaneously diluted with 101 mg / kg CPP + CAPE intraperitoneally and 10 mg / kg CAPE dissolved in 10% ethyl alcohol in the CPP group and 101 mg / Kg of chlorprifos-ethyl was administered by intraperitoneal injection of 10 µmol / kg CAPE diluted in subcutaneous and 10% ethyl alcohol by dilution with physiological saline. After 24 hours, blood samples were taken from test animals intracardiacly and the plasmas were separated. TSA, NO levels, AST and ALT activities were measured in the obtained plasma samples. We found that chlorprifos-ethyl rats administered acutely increased TSA, NO levels, AST and ALT activities. In CPF + CAPE group, the increases were higher than control group and lower than CPF group. Accordingly, CAPE has been shown to inhibit liver damage caused by chlorprifos-ethyl and to have a protective effect by reducing oxidative stress.

**Key words:** Chlorpyrifos-ethyl, Caffeic acid phenethyl ester, acute toxicity, total sialic acid, aminotransferases.

## Giriş

Günümüzde çevre kirliliğinin yaygın sebeplerden biri olarak pestisitler gösterilmektedir. Organofosfatlı pestisitler, tarım ürünlerine zarar veren böceklerin ve hastalık etkeni çeşitli vektörlerin kontrolünde kullanılan pestisitlerdir (Abdollohi et al., 2004; Deveci et al., 2015). Klorprifos-etil (CPF) [O,O'-diethyl O-(3,5,6-trichloro-2-pyridyl) phosphorothioate]; tarım, orman ve bahçe zararlılarına karşı yaygın bir şekilde kullanılan organofosfatlı bir pestisittir (Hunter et al., 1999; Deveci et al., 2015).

Yapılan deneysel çalışmalarda, akut ve kronik pestisit uygulamaları sonucu ortaya çıkan toksik etkilerin (hepatotoksisite, nörotoksisite, immünotoksisite, embriyotoksisite, genetik toksisite gibi) patogeneğinde oksidatif doku hasarının rol oynadığı ileri sürülmektedir (Stephen et al., 1997; Gökalp et al., 2003; Mitra et al., 2009; Alp et al., 2012; Kaya et al., 2014). CPF, hücrelerde oksidatif stresi tetikleyerek serbest radikal üretiminde artışa neden olmakta ve hücreler üzerinde çeşitli etkiler oluşturmaktadır. CPF'nin bu etkiler sonucunda normal hücresel gelişimi ve farklılaşmayı bozabileceği bildirilmektedir (Bebe ve Panemangalore, 2003).

Karaciğer; kimyasal etkenler, çeşitli toksinler ve ilaçlarla sürekli karşılaşan ve onları detoksifiye eden bir organdır. Bu süreçte etkin bir rejenerasyon ve onarımla cevaplanmazsa normal karaciğer yapısı bozulur (Cnubben et al., 2001). Karaciğerde meydana gelen morfolojik değişiklikler organizmadaki metabolik olayları etkilemektedir. Hücre zarının geçirgenliğinin değişmesi veya hücrenin parçalanması sonucu bazı karaciğer enzimlerinin kana salınması nedeni ile transaminazlar (AST-aspartat aminotransaminaz, ALT-alanin aminotransaminaz), alkalen fosfataz, laktat dehidrojenaz gibi hücresel enzimlerin serumdaki aktiviteleri artmaktadır (Çömelekoğlu ve Mazmancı, 2000). CPF tarafından oluşturulan karaciğer hasarında serum AST ve ALT düzeylerinin arttığı birkaç çalışmada gösterilmiştir (El-Banna et al., 2009; Khalifa et al., 2011; Mansour ve Mossa, 2010).

Canlıda biyolojik fonksiyonlarda önemli göreve sahip olan sialik asit, nöraminik asitten N-asetilizasyon yoluyla türeyen bir bileşiktir (Varki, 1992). İnflamatuvar reaksiyonlarda akut faz proteinlerine bağlı olarak bulunan sialik asit, akut faz reaktanı olarak görev yapmaktadır (Lindberg,

1991). Sialik asitlerin, hücresel aktarım, embriyogenez, organ gelişimi, bağışıklık sistemi düzenlemeleri, lökodiaposis, neoplastik hücrelerin metastazı ve membran reseptör fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi gibi birçok önemli fizyolojik ve patolojik fonksiyonları vardır (Karapehlivan et al., 2014). Nitrik oksit (NO), fizyolojik ve patofizyolojik olaylarda vazoregülasyon ve hücresel toksisiteyi gösteren önemli biyodüzenleyici bir moleküldür (Kuyumcu et al., 2004).

Bu çalışmada tarım alanında yaygın bir şekilde kullanılan ve canlılar üzerinde oldukça toksik etkili olan klorprifos-etil'in farelere akut uygulanmasında, kafeik asit fenetil esterinin TSA, NO, AST ve ALT düzeylerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Çalışma materyalini 8-10 haftalık toplam 32 adet (25-30 g) erkek Mus musculus türü fare oluşturdu. Fareler Kontrol (K), klorprifos-etil (CPF), kafeik asit fenetil ester (CAPE) ve klorprifos-etil+kafeik asit fenetil ester (CPF+CAPE) grubu olmak üzere 4 gruba ayrıldı. 10 gün süre ile adaptasyonları sağlanan tüm gruplara yem ve içme suyu ad libitum verildi. K grubuna serum fizyolojik (% 0.9 NaCl) intraperitoneal, CPF grubuna 101 mg/kg (Mitra et al., 2009) klorprifos-etil serum fizyolojik ile seyreltilerek subkutan, CAPE grubuna % 10'luk etil alkolde çözödürölen 10 µmol/kg CAPE intraperitoneal ve CPF+CAPE grubuna ise 101 mg/kg klorprifos-etil serum fizyolojik ile seyreltilerek subkutan ve % 10'luk etil alkolde çözödürölen 10 µmol/kg CAPE intraperitoneal enjeksiyon uygulandı. Deney hayvanlarından 24 saat sonra kan örnekleri intrakardiyak olarak alındı. Kan örnekleri 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi ve elde edilen plazma örnekleri analiz edilinceye kadar -20 °C'de saklandı.

Elde edilen plazma örneklerinde TSA analizi Sydow (Sydow, 1985)'un metoduna göre, NO analizi Miranda ve ark., (Miranda et al., 2001)'larının bildirdiği metoda göre spektrofotometre (PowerWave XS, BioTek, USA) kullanılarak kolorimetrik olarak, AST ve ALT aktivite analizleri ise otoanalizör (HumaStar 600 Germany) kullanılarak ölçöldü. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri istatistik paket

programı (version 20.0 of SPSS for Windows) kullanılarak yapıldı. Araştırılan parametre düzeylerinin gruplar arasında farklılık gösterip göstermediğini saptamak için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma (post hoc) analiz testlerinden Tukey testi kullanıldı. Gruplar arası negatif (-) ya da pozitif (+) ilişkinin araştırılması için korelasyon analizi yapıldı. Sonuçlar; ortalama± standart sapma ( $X \pm SD$ ) olarak verildi.

## Bulgular

Çalışmamızda kontrol grubuna göre, CPF ve CPF+CAPE gruplarında plazma TSA düzeylerinde ( $p < 0.01$ ), NO, AST ve ALT düzeylerinde ( $p < 0.001$ ) anlamlı derecede artış olduğu tespit edildi. Çalışmada elde edilen TSA, NO, AST ve ALT düzeyleri ve bunların istatistiksel analizleri Tablo.1'de verilmiştir.

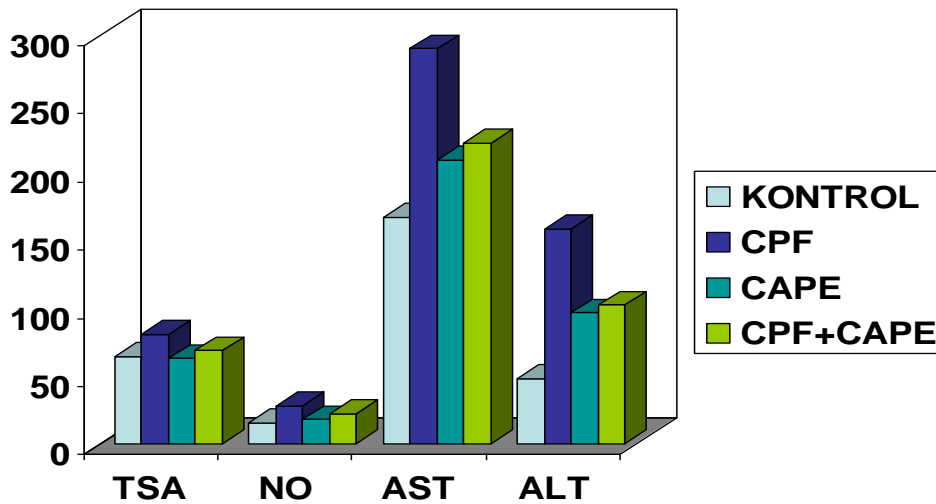
Tablo.1. Gruplara ait TSA, NO, AST ve ALT düzeyleri ve istatistiksel farkları

PARAMETRE	GRUPLAR				P<
	K	CPF	CAPE	CPF+CAPE	
TSA (mg/dl)	63,71±5,82 <sup>b</sup>	79,84±6,79 <sup>a</sup>	62,12±5,11 <sup>b</sup>	68,19±6,14 <sup>b</sup>	*
NO (µmol/L)	15,32±1,61 <sup>c</sup>	27,71±2,59 <sup>a</sup>	17,31±2,52 <sup>c</sup>	21,84±2,37 <sup>b</sup>	**
AST (U/L)	165,56±17,69 <sup>c</sup>	289,34±31,04 <sup>a</sup>	207,63±24,68 <sup>b</sup>	219,85±23,94 <sup>b</sup>	**
ALT (U/L)	47,41±5,79 <sup>c</sup>	157,04±18,34 <sup>a</sup>	95,63±11,70 <sup>b</sup>	101,62±11,47 <sup>b</sup>	**

\*  $p < 0.01$ : İstatistik olarak anlamlı fark \*\*  $p < 0.001$ : İstatistik olarak anlamlı fark  
a, b, c : Aynı satırda farklı harf taşıyan grup ortalamaları arası fark önemlidir.

Elde edilen veriler yaygın bir şekilde kullanımı yapılan bir insektisit olan klorprifos-etil'in akut olarak uygulandığında oluşturduğu oksidatif stres ve toksisite sonucu TSA, NO, düzeylerini, AST ve ALT aktivitelerini arttırdığı tespit edildi. Buna karşı koruyucu etkisinin anlaşılması amacıyla

CAPE kullanılmış ve CAPE'nin serum enzim aktivitelerini (AST, ALT), TSA ve NO düzeylerini kontrol grubu değerlerine yaklaştırmıştır. Buda CAPE'nin klorprifos-etil toksikasyonuna karşı koruyucu etki yaparak antioksidan sistemi destekleyici bir özellik taşıdığı göstermektedir



Şekil 1. Gruplardaki TSA, NO, AST ve ALT miktarının grafiksel gösterimi.

### Tartışma ve Sonuç

Serum enzim aktivitelerindeki değişiklikler araştırılarak memelilerde organ fonksiyonlarını test etmek ve var olan fonksiyonel hasarları belirlemek için klinikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda bu testler özellikle çevre biyolojisi ve çevresel kirleticilerinin canlılara etkileri ile ilgilenen araştırmacılar tarafından da çalışmalarında bir veri olarak kullanılmaktadır (Mayer et al., 1992). Genelde kimyasal ve kimyasal olmayan maddeler doku hasarlarına yol açabilmekte ve bu suretle hücrel enzimlerin salınımına ve bunun sonucunda da serum enzim konsantrasyonlarında artışa neden olabilmektedirler (Mayer et al., 1992). Organofosfatlı insektisitlerin yaygın bir şekilde kullanımı, insan ve diğer birçok canlıda zehirlenmelere ve hatta ölümlere neden olabilmektedir (Jacobsen et al., 2004). Bunların en önemli etkileri yoğun serbest radikal üretimine neden olarak, başta membran lipidleri olmak üzere metabolizmadaki önemli biyomoleküllerin oksidatif hasarına yol açtığı düşünülmektedir (Dwivedi et al., 1998; Gülcü ve Gürsu, 2003).

Klorprifos, metaboliti olan klorprifos-oksona sitokrom p-450 tarafından dönüştürülmektedir. Bu metabolit asetilkolinesteraza bağlanmakta ve asetilkolinesterazı inhibe ederek toksik etkisini göstermektedir (Eaton et al., 2008; Timchalk et al., 2007). Akut CPF toksisitesi, asetilkolinesteraz inhibisyon mekanizmasının dışında oksidatif stresi de içine alan asetilkolinesteraz inhibisyonu ile bağlantılı olmayan diğer mekanizmaları da içermektedir (Ambali et al., 2011). CPF, lipofilik bir molekül olup, hücrelerden sitoplazma içine girer ve hücre içinde hücrel moleküllere hasar verir (Uzun et al., 2010). Bu hasar öncelikle reaktif oksijen türlerinin üretimi ile başlar ve lipid, DNA, protein gibi makromoleküllerde hasara neden olur (Ambali et al., 2011). Son yıllarda yapılan çalışmalarda Klorprifos-etile maruz kalınması sonucu artan serbest radikaller sonucu organizmanın çeşitli dokularında artan lipid peroksidasyonuna dikkat çekilmektedir (Gültekin et al., 2001; Oncü et al., 2002).

İnsektisit kullanımı sonucu yapılan bir çalışmada; sipermetrin ve propetamfos uygulanan farelerde serum kolesterol ve trigliserit düzeyleri ile AST, ALT, alkalın fosfat (ALP) ve gama glutamil transferaz (GGT) aktivitelerinde yükselme olduğu bildirilmiştir (Kanbur et al., 2015). Pestisit olarak diazinon uygulanan ratlarda oluşan toksikasyona karşı kafeik asit fenetil ester (CAPE), elajik asit, sulforafan ve kurkumin'in koruyucu etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; diazinon

sonucu oluşan toksikasyonun biyokimyasal ve histopatolojik olarak bu koruyucu maddelerle azalabileceği tespit edilmiştir (Alp et al., 2011a). Malathion uygulanan ratlarda, malathionun karaciğer dokusunda MDA ve NO düzeyini önemli derecede ( $p<0.05$ ) arttırdığı, akciğer, karaciğer ve böbrek dokularında redükte GSH düzeylerini azalttığı, buna karşı CAPE ve elajik asidin MDA ve NO seviyesini azalttığı ve redükte GSH düzeyini arttırarak oksidatif stres ve doku hasarına karşı koruyucu amaçla kullanılabileceğini bildirmişlerdir (Alp et al., 2011b). Deneysel toksisite oluşturulan bir çalışmada, tetrametrin'in GSH miktarında azalmaya karşı MDA ve TSA düzeylerinde ise anlamlı bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Nur et al., 2016). Yaptığımız çalışmada diğer çalışmalardaki sonuçlara paralel olarak kullanılan insektisit olan klorprifos-etil'in oluşturduğu oksidatif hasar sonucu TSA, NO, AST ve ALT düzeylerinde diğer gruplara göre anlamlı bir artış gözlenmiştir ( $p<0.01$  ve  $p<0.001$ ). buna karşı CAPE'nin ise TSA, NO, AST ve ALT miktarlarını düşürerek koruyucu etki yaptığı anlaşıldı.

Karaciğerde karbon tetraklorür ( $CCl_4$ ) ile oluşturulan intoksikasyonda AST, ALT, MDA düzeylerinin anlamlı olarak arttığı ( $p<0.05$ ), antioksidan enzim seviyelerinde azalma olduğu, buna karşı N-Asetil sistein (NAS) uygulamasıyla AST, ALT ve MDA düzeylerinde azalma, antioksidan enzim seviyelerinde ise artış olduğu bildirilmiştir (Akşit et al., 2015). Lambda-cyhalothrin uygulanan ratların kan serumlarında ALT, AST, LDH enzim aktiviteleri ile albumin, bilirubin, üre ve kreatin düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla arttığını ve toksik etki yaptığını bildirmişlerdir (Mazmancı et al., 2008). L-arjinin uygulanan tavşanlarda karaciğer ve böbrek dokularında NO ve MDA düzeylerinde istatistiki bir artış gözlenmezken, beyin dokusunda istatistiki önemde NO ve MDA seviyelerinde artış bildirilmiştir (Atakişi et al., 2009). Yine fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, metemizol sodyum muamelesi sonucu serum üre, kreatin düzeyleri ile ALT, AST, ALP enzim aktiviteleri ile karaciğer ve böbrek dokusunda MDA miktarının önemli derecede arttığı ( $p<0.05$ ) tespit edilmiştir (Yapar et al., 2007).

Pestisitlerin neden olduğu oksidatif stres sonucu en çok etkilenen sistem antioksidan sistemdir. Antioksidanlar hem doğrudan hem de dolaylı olarak ilaçların, karsinojenlerin, ksenobiyotiklerin



ve toksik radikal reaksiyonların istenmeyen etkilerine karşı hücreleri koruyan maddelerdir. Antioksidanlar, serbest radikal türlerini toplayarak veya peroksidasyon zincir reaksiyonunu engelleyerek lipid peroksidasyonunu inhibe ederler (Bangchi et al., 1995; Cheeseman ve Slater, 1993). Yapılan bir çalışmada CPF ile oluşturulan intoksikasyonda serum PON1 aktivitesi ve TAS düzeyleri azalırken, OSİ ve TOS düzeylerinin arttığı tespit edildi. CAPE'nin ise, CPF'nin neden olduğu oksidatif stresi azaltarak koruyucu etki gösterdiği belirlendi (Deveci et al., 2015).

Yaygın bir kullanım alanına sahip klorprifos-etil'in; oluşan oksidatif stresle farelerde plazma TSA, NO, AST ve ALT düzeylerini arttırdığı buna karşı CAPE'nin bu değerleri düşürdüğü; önemli bir antioksidan molekül olan CAPE'nin klorprifos-etil gibi organofosfatlı pestisitlerin neden olduğu oksidatif streste organizmanın antioksidan sistemi üzerine koruyucu etkisinin olabileceği; tarımla uğraşan kişilerde CAPE ve diğer antioksidan moleküllerin önceden alınmasının karşılaşılabilecek zehirlenme olaylarında koruyucu etkisinin olabileceği anlaşıldı.

## Kaynaklar

**Abdollahi, M, Mostafalou S, Pournourmohammadi S, Shadnia S 2004.** Oxidative stress and cholinesterase inhibition in saliva and plasma of rats following subchronic exposure to malathion. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 137: 29–34.

**Akşit H, Akşit D, Bildik A, Kara H, Yavuz Ö, Seyrek K 2015.** Deneysel karaciğer intoksikasyonunda N-asetil sistein'in glutatyon metabolizması ve lipid peroksidasyonuna etkileri. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 62, 1-5.

**Alp H, Aytekin I, Esen H, Basaralı K, Kul S 2011a.** Effects of caffeic acid phenethyl ester, ellagic acid, sulforaphane and curcumin on diazinon induced damage to the lungs, liver and kidneys in an acute toxicity rat model. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 17(6): 927-933.

**Alp H, Aytekin I, Atakişi O, Ogün M 2011b.** Ratlarda akut malathion toksisitesinin neden olduğu oksidatif stres üzerine kafeik asit fenetil ester ve elajik asit'in etkileri. *Atatürk Üniversitesi Vet Bil Derg*, 6(2): 117-124.

**Alp H, Sak ME, Evsen MS, Fırat U, Evliyaoglu O, Penbegül N, Sancaktutar AA, Söylemez H, Tuzcu M 2012.** Effects of malathion in fetal kidney tissues in pregnant rats: teratogenic effects induced by different doses. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18 (2): 221-226.

**Ambali FS, Ayo JO, Esievo KAN Ojo SA (2011).** Hemotoxicity Induced by Chronic Chlorpyrifos Exposure in Wistar Rats: Mitigating Effect of Vitamin C. *Vet Med Int*, Article ID 945439, DOI: 10.4061/2011/945439.

**Atakişi O, Atakişi E, Atabay T, Uzun M 2009.** L-Arjinin ve N-Nitro-L-Arjinin Metil Esteri Uygulamasının Beyin, Karaciğer, Böbrek Dokusu Nitrik Oksit ve Malondialdehit Düzeylerine Etkisi. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 15(1): 71-75.

**Bagchi D, Bagchi M, Hassoun EA, Stohs SJ (1995).** In vitro and in vivo generation of reactive oxygen species, DNA damage and lactate dehydrogenase leakage by selected pesticides. *Toxicology*, 104: 129-140.

**Bebe FN, Panemangalore M 2003.** Exposure to low doses of endosulfan and chlorpyrifos modifies endogenous antioxidants in tissues of rats. *J Environ Sci Health B*, 38(3): 349-363.

**Cheeseman KH, Slater TF (1993).** An introduction to free radical biochemistry. *Br Med Bull*, 49: 479-480.

**Cnubben NHP, Rietjens IMCM, Wortelboer H, Van Zanden J, Van Bladeren PJ (2001).** The interplay of glutathione-related processes in antioxidant defense. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 10: 141-152.

**Çömelekoğlu Ü, Mazmancı B 2000.** Pestisidlerin kronik etkisine maruz kalan tarım işçilerinde karaciğer fonksiyonlarının incelenmesi. *Turk J Biol*, 24: 461–466.

**Deveci HA, Karapehlivan M, Kaya I, Kükürt A, Alp M 2015.** Akut klorprifos-etil zehirlenmesine karşı kafeik asit fenetil ester'in koruyucu etkisi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 62: 255-260.

**Dwivedi PD, Mukul D, Khanna SK (1998).** Role of cytochrome p-450 in quinalphos toxicity: Effect

on hepatic and brain antioxidant enzymes in rats. *Food and Chem Toxicol.*, 36: 437-444.

**Eaton DL, Daroff RB, Autrup H, Bridges J, Buffler P, Costa LG, Coyle J, McKhann G, Mobley WC, Nadel L, Neubert D, Schulte-Hermann R, Spencer PS 2008.** Review of the toxicology of chlorpyrifos with an emphasis on human exposure and neurodevelopment. *Crit Rev in Toxicol*, 38(2): 1-125.

**El-Banna SG, Attia AM, Hafez AM, El-Kazaz SM 2009.** Effect of garlic consumption on blood lipid and oxidant/antioxidant parameters in rat males exposed to chlorpyrifos. *Slovak J Anim Sci*, 42 (3):111-117.

**Gökalp O, Mollaoglu H, Yılmaz HR, Altuntas D (2003).** Organofosfat insektisit fenthion'un rat amilaz ve lipaz enzimleri üzerine etkisi: Vitamin E ve C'nin rolü. *Süleyman Demirel Üniv Tıp Fak. Derg.*, 10(2): 21-23.

**Gültekin F, Oztürk M, Akdoğan M (2000).** The effect of organophosphate insecticide chlorpyrifos-ethyl on lipid peroxidation and antioxidant enzymes (in vitro). *Arch Toxicol.*, 74: 533-538.

**Gülcü F, Gürsu MF (2003).** Paraoksonaz ve aril esteraz aktivite ölçümlerinin standardizasyonu. *Turk J Biochem*, 28: 45-49.

**Hunter DL, Lassiter TL, Padilla S 1999.** Gestational exposure to chlorpyrifos: Comparative distribution of trichloropyridinol in the fetus and dam. *Toxicol Appl Pharmacol*, 158(1): 16-23.

**Jacobsen H, Ostergaard G, Lam HR, Poulsen ME, Frandsen H, Ladefoged O, Meyer O (2004).** Repeated dose 28-day oral toxicity study in Wistar rats with a mixture of five pesticides often found as residues in food: alphacypermethrin, bromopropylate, carbendazim, chlorpyrifos and mancozeb. *Food and Chem Toxicol*, 42: 1269-1277.

**Kanbur M, Eraslan G, İnce S, Altıntaş L, Liman BC, Bayram LÇ 2015.** The effects of propetamphos, cypermethrin and propetamphos-cypermethrin combination on some biochemical and histopathological parameters in mice. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 21(2): 187-194.

**Karapehlivan M, Ogun M, Kaya I, Ozen H, Deveci HA, Karaman, M 2014.** Protective effect of omega-3 fatty acid against mercury chloride intoxication in mice. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 28(1): 94-99.

**Kaya İ, Yılmaz M, Koç E, Deveci HA, Ersan Y, Karapehlivan M 2014.** Tebukonazol (Fungisit) Uygulanan *Cyprinus Carpio* (L. 1758)'Da Serum Total Antioksidan, Oksidan ve Sialik Asit Düzeylerinin İncelenmesi. *Journal of Fisheries Sciences*, 8(3): 214-219.

**Khalifa FK, Khalil FA, Barakat HA, Hassan MM 2011.** Protective role of wheat germ and grape seed oils in chlorpyrifos-induced oxidative stress, biochemical and histological alterations in liver of rats. *Aust J Basic Appl Sci.*, 5(10): 54-66.

**Kuyumcu A, Düzgün AP, Özmen MM, Besler HT 2004.** Travma ve enfeksiyonda nitrik oksidin rolü. *Ulus Travma Derg*, 10(3): 149-159.

**Lindberg G, Rastam L, Gullberg B 1991.** Serum sialic acid concentration and smoking: a population based study. *BMJ*, 303: 1306-1307.

**Mitra NK, Nadarajah VD, Siong, HH (2009).** Effect of concurrent application of heat, swim stress and repeated dermal application of chlorpyrifos on the hippocampal neurons in mice. *Folia neuropath*, 47(1): 60-68.

**Mansour SA, Mossa AH 2010.** Oxidative damage, biochemical and histological alterations in rats exposed to chlorpyrifos and the antioxidant role of zinc. *Pestic Biochem Physiol*, 96: 14-23.

**Mayer FL, Versteeg DJ, McKee MJ 1992.** Physiological and Nonspecific Biomarkers; Biomarkers, Eds. Hugget et al., *Lewis Pub.*, 5-86.

**Mazmanlı B, Aşkın A, Tamer L 2008.** Sıçanlarda Lambda-cyhalothrin'in akut toksik etkisinin araştırılması. *Mersin Univ Sağlık Bilim Derg*, 1(1).

**Miranda KM, Espey MG, Wink DA 2001.** A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite. *Nitric Oxide: Biology and chemistry*, 5(1): 62-71.

**Nur G, Deveci HA, Ersan Y, Merhan O, Nazlı M, Nur O 2016.** Protective role of caffeic acid phenethyl ester against tetramethrine-induced toxicity in mice. *Medicine Science*, 5(4): 972-978.

**Oncü M, Gültekin F, Karaöz E, Altuntaş I, Delibaş N 2002.** Klorprifos-etil tarafından oluşturulan oksidatif ha-sarın sıçan karaciğerine etkileri. *T Klin Tıp Bil Derg*, 22: 50-55.

**Stephen B, Kyle L, Yong X, Cynthia A, Donald E, Earl F, James E 1997.** Role of oxidative stress in the mechanism of dieldrin's hepatotoxicity. *Annals of Clin and Lab Sci*, 27(3): 196-208.

**Sydow G 1985.** A simplified quick method for determination of sialic acid in serum. *Biomed Biochim Acta*, 44: 1721-1723.

**Timchalk C, Busby A, Campbell JA, Needham LL, Barr DN 2007.** Comparative pharmacokinetics of the organophosphorus insecticide chlorpyrifos and its major metabolites diethylphosphate, diethylthiophosphate and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in the rat. *Toxicology*, 237: 145-157.

**Uzun FG, Demir F, Kalender S, Baş H, Kalender Y 2010.** Protective effect of catechin and quercetin on chlorpyrifos-induced lung toxicity in male rats. *Food and Chem Toxicol.*, 48: 1714-1720.

**Varki A 1992.** Diversity in the sialic acids. *Glycobiology*, 2: 25-40.

**Yapar K, Atakişi E, Uzlu E, Atakişi O, Çitil M, Uzun M, Erdoğan HM 2007.** Farklı Dozlardaki Metamizol Sodyum'un Farelerde serum enzim aktiviteleri ile karaciğer ve böbrek dokularındaki oksidant seviyeleri üzerine etkileri. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 13(2): 121-125.

## Ham ve Modifiye Edilmiş Bentonit Kullanılarak Sulu Çözeltilerden Remazol Brilliant Blue R Giderimi

Mehtap TANYOL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Munzur Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 62000, Tunceli  
mtanyol@munzur.edu.tr

Yayın Kodu (Article Code): 9 -1A-7

**Özet:** Bu çalışmada, ham bentonit ve kimyasal ve termal olarak modifiye edilmiş bentonit kullanılarak sulu çözeltilerden remazol brilliant blue R giderimi kesikli sistemde araştırılmıştır. Ham ve modifiye bentonit için dengede adsorplanan remazol brilliant blue R miktarları sırasıyla 1.09 ve 1.46 mg/g olarak bulunmuştur. Adsorpsiyon verilerinin modellenmesinde Langmuir and Freundlich izotermi kullanılarak sorbentlerin yüzey özellikleri, adsorpsiyon mekanizması ve kapasitesi veya anfinitesini gösteren adsorpsiyon model sabitleri değerleri hesaplanmıştır. Her iki izoterm modelinin korelasyon katsayıları yüksek olmakla birlikte adsorpsiyon verilerinin Langmuir modeli ile daha iyi uyum sağladığı bulunmuştur. Potansiyel hız kontrol eden basamakları tanımlamak için yapılan kinetik çalışma, her iki sorbent için sorpsiyon prosesinin hız belirleme basamaklarından biri olarak dış taraf kütle transferi ve iç difüzyon ile birlikte pseudo ikinci derece kinetiği ile tanımlanabileceğini göstermiştir. Bu çalışmada bentonite yapılan kimyasal ve termal işlemin bentonitin remazol brilliant blue R adsorplama kapasitesini arttırdığı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bentonit, adsorpsiyon, remazol brilliant blue R, izoterm, kinetik.

### Removal of Remazol Brilliant Blue R from Aqueous Solutions Using Raw and Modified Bentonite

**Abstract:** In the present study, Remazol brilliant blue R removal from aqueous solutions using raw bentonite and chemically and thermally modified bentonite was investigated in a batch system. Remazol brilliant blue R amounts adsorbed at the equilibrium for raw and modified bentonite was found as 1.09 and 1.46 mg/g, respectively. Langmuir and Freundlich isotherms were used in modeling adsorption data and adsorption model coefficients indicating surface properties of sorbents, adsorption mechanism and capacity or affinity were calculated. Although correlation coefficients for both isotherm models were high, it was found that adsorption data were a better fit with Langmuir model. The kinetic study conducted to define the potential rate controlling steps demonstrated that the sorption process for both sorbents could be defined with external mass transfer and intra-particle diffusion, together with pseudo-second-order kinetic. The findings of the present study showed that the chemical and thermal process conducted on bentonite increased the remazol brilliant blue R adsorption capacity of the bentonite.

**Keywords:** Bentonite, adsorption, remazol brilliant blue R, isotherm, kinetic.

#### Giriş

Sentetik boyalar tekstil, boyama ve diğer endüstriyel uygulamalar için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Dünya’da toplam renklendirici üretiminin yaklaşık olarak 800.000 ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir. 10.000 'den fazla boya ticari olarak temin edilebilmekte ve kullanılan boyaların en az %10'u atık olarak çevreye yayılmaktadır. Boya içeren bu atıksular toksik veya kanserojen olmaları ve yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı. (KOİ)/biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) oranı, fazla

askıda katı madde ve yoğun renk ile karakterize edilirler. Ayrıca bu atıksular alıcı ortamın kendi kendini arıtma kapasitesini engellemekte, alıcı suyun renklenmesine, suyun ışık geçirgenliğinin azalmasına, akuatik floranın fotosentez hızının yavaşlamasına neden olmaktadır (Ada et al., 2009).

Remazol brilliant blue R (RBBR) tekstil endüstrisinde çok kullanılan sentetik boyalardan biridir. Kimyasal formülü  $C_{22}H_{16}N_2Na_2O_{11}S_3$  ve

molekül ağırlığı 626.54 g'dır. Bu boya kromoforik gruplardan biri olan antrakinon bir boyadır. Kararlı kimyasal yapıları vardır ve alışlagelmiş kimyasal ve fiziksel proseslerle parçalanması zordur. (Rahmat ve diğ., 2016)

Boya içeren atıksuların arıtımı için kullanılan alışlagelmiş metotlar kimyasal koagülasyon, kimyasal oksidasyon, fotokimyasal degradasyon, membran filtrasyonu, aerobik ve anaerobik biyolojik degradasyondur. Kimyasal koagülasyon prosesi çözünür boyaların arıtımında etkilidir ancak çözünmez boyaların gideriminde etkili değildir. Kimyasal oksidasyon etkili ama oksitleyici gereksinimi çok fazladır ve bu nedenle pahalıdır. Sentetik boyaların fotokimyasal degradasyonu yavaş ilerleyen bir prosestir. Biyolojik arıtım prosesleri BOİ, KOİ ve askıda katı madde gideriminde etkili olmasına rağmen atıksudan renk gideriminde genellikle etkisizdir ve çoğu boya biyolojik proseslerde mevcut olan organizmalara toksiktir. Bununla birlikte, bu yöntemlerin hiçbiri ekonomik olarak avantajlı değildir. Bu nedenle düşük maliyetli arıtım metodları uzun süreden beri araştırılmaktadır (Kara ve diğ., 2007).

Boya gideriminde adsorpsiyon prosesinin kullanılması nispeten daha kullanışlı ve ekonomik tekniklerden biridir. Adsorbentler; inorganik maddeler, organik maddeler ve silis esaslı gözenekli inorganik/organik hibrit maddeler olabilir. Bentonit kili ülkemizde ve yeryüzünde bol bulunan ve ucuz olarak temin edilebilen ve farklı kirleticilerin gideriminde adsorbent olarak yaygın kullanılan bir mineraldir. Bilindiği gibi, killerin esas yapı taşları Si, Al, Fe ve Mn iyonları ile O-atomları ve OH<sup>-</sup> gruplarıdır.

Türkiye'nin toplam potansiyel bentonit rezervi yaklaşık 281.000.000 tondur. Ülkemizin en önemli bentonit yatakları Edirne, Ankara, Eskişehir, Kütahya, Balıkesir, Çankırı, Konya, Tokat ve Ordu bölgelerinde bulunmaktadır (İpekoğlu ve diğ., 1997). Doğal bentonite asitle aktifleştirme işlemi yapılmasıyla adsorpsiyon ve katalitik özellikleri iyileştirilebilir. Montmorillonit içeren kil grubu minerallerinden olan bentonitin inorganik asitlerle işleme tabi tutulması sonucu kalsit ve dolomit gibi safsızlıklar yapıdan uzaklaşmakta, değişebilir katyonlar hidrojen iyonu ile yer değiştirmekte ve tetrahedral tabakadaki bazı Al iyonları ile oktahedral tabakadaki bazı Fe, Al ve Mg katyonları çözülmemektedir. Uygun aktifleştirme işlemi

sonucunda bentonit yüzeyindeki gözenek çaplarında ve yüzey alanı ve adsorplama kapasitesinde artış meydana gelmektedir.

Bu çalışmanın konusu, adsorbent olarak ham ve modifiye edilmiş bentonit kullanılarak sulu çözeltilerden RBBR giderimini araştırmaktır. Bu amaçla denge izoterm verileri Langmuir ve Freundlich izoterm modellerine uygulanmış ve RBBR'nin sorpsiyon mekanizmaları ve potansiyel hız kontrol eden basamaklar dış taraf kütle aktarımı ve partikül içi difüzyon modelleri kullanılarak araştırılmıştır. Pseudo birinci ve ikinci kinetik modeller adsorpsiyon kinetiklerini analiz etmek için kullanılmıştır.

## **Materyal ve Metod**

### **1. Adsorbentin hazırlanması**

Bu çalışmada kullanılan bentonit örnekleri Tokat'tan sağlanmıştır. Ham bentonit bir gün için 105 °C'de fırında kurutulmuştur. 25 g ham bentonit 100 mL 0.75 M nitrik asit çözeltisine ilave edilmiştir. Karışım yaklaşık 120 dakika geri soğutucuda kaynatılmıştır. Asit ile aktivite edilmiş bentonit filtrelendi ve filtratın final pH'ı 5 oluncaya kadar deiyonize su ile yıkanmıştır. Daha sonra 180 dakika için kül fırınında 700 °C de tutuldu. Kimyasal ve termal olarak modifiye edilmiş bentonit yanma sırasında üretilen topakların oluşumunu ortadan kaldırmak için öğütülmüştür ve hazırlanmış olan modifiye edilmiş bentonit ve ham bentonit adsorpsiyon çalışmalarında kullanılmak üzere kapalı bir şişede saklanmıştır.

### **2. RBBR çözeltisinin hazırlanması**

RBBR'nin stok çözeltisi 1 g/L olacak şekilde distile suda hazırlanmıştır. Test çözeltileri istenilen konsantrasyonlara (25-100 mg/L arasında) stok çözeltinin seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Her bir çözeltinin pH'ı adsorbentle temas etmeden önce seyreltik HCl ve NaOH çözeltileri ile 3'e ayarlanmıştır.

### **3. Kesikli adsorpsiyon deneyleri**

Adsorpsiyon deneyleri, 250 mL'lik erlenlerde istenilen konsantrasyonda ve pH'ı 3 olan 100 mL RBBR çözeltisine 1 g ham veya modifiye bentonit ilave edilerek 250 rpm çalkalama hızında 45 °C'de gerçekleştirilmiştir. 5 mL'lik numuneler önceden belirlenmiş zaman aralıklarında karıştırma süresince karışımından alınmıştır. Analiz öncesi, RBBR 5000 rpm'de çalışan santrifüj kullanılarak numunelerden ayrılmıştır ve üstte kalan duru kısım

adsorplanmadan kalan RBBR miktarını belirlemek için UV-spektrofotometre kullanılarak 595 nm dalga boyunda analiz edilmiştir.

#### 4. Adsorpsiyon dengesi

Adsorpsiyon prosesinin mekanizmasını anlamak için, deneysel veriler Langmuir ve Freundlich klasik izoterm modellerine uygulanmıştır. Langmuir denklemi aşağıdaki ilişki ile ifade edilir:

$$q_{den} = \frac{q_m b C_{den}}{1 + b C_{den}} \quad (1)$$

Burada,  $q_{den}$  denge zamanında adsorplanmış RBBR miktarı (mg/g),  $C_{den}$  çözültide RBBR'nin denge konsantrasyonu (mg/L),  $q_m$  maksimum adsorpsiyon kapasitesi (mg/g) and  $b$  adsorpsiyon enerjisi ile ilgili adsorpsiyon denge sabitidir (L/mg).

Freundlich denklemi ise aşağıdaki gibidir:

$$q_{den} = K_f C_{den}^{1/n} \quad (2)$$

Burada  $K_f$  izafi adsorpsiyon kapasitesi,  $n$  adsorpsiyon yoğunluğuna bağlı bir sabittir.

#### 5. Adsorpsiyon kinetikleri

Adsorpsiyonu kontrol eden mekanizmaları belirlemek için, dış taraf kütle aktarımı, partikül içi difüzyon, pseudo birinci ve ikinci derece kinetik modeller kullanılmıştır. Dış taraf kütle aktarımı ve partikül içi difüzyon modelleri sırasıyla Eşitlik 3 ve 4'de gösterildiği şekilde ifade edilmektedir:

$$\frac{d(C/C_0)}{dt} = -k_L S \quad (3)$$

$$q = f\left(\frac{Dt}{r_p^2}\right) = K t^{1/2} \quad (4)$$

Burada,  $C$  t zamanında RBBR'nin sıvı fazda çözülmüş konsantrasyonu (mg/L),  $C_0$  başlangıç

RBBR konsantrasyonu (mg/L),  $S$  kütle transferi için özgül yüzey alanı,  $k_L$  sıvı-katı kütle transfer katsayısı (cm/dk),  $r_p$  partikül yarıçapı (cm),  $D$  partikül içi difüzyon katsayısı ve  $K$  partikül içi difüzyon sabitidir (mg/g dk<sup>1/2</sup>).

Pseudo birinci ve ikinci derece kinetik modellerin denklemi sırasıyla Eşitlik 5 ve 6'daki gibi yazılabilir:

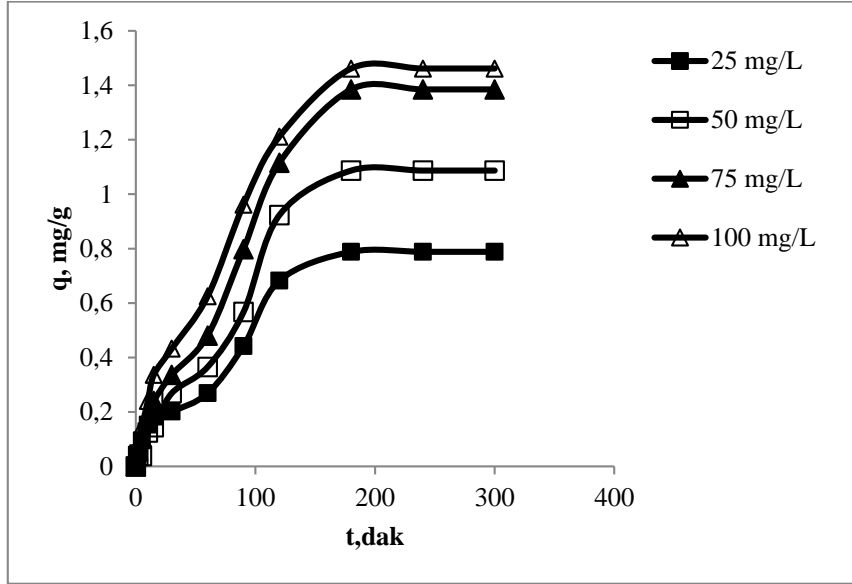
$$\log(q_{den} - q_t) = \log q_{den} - \frac{k_1 t}{2.303} \quad (5)$$

$$\frac{t}{q} = \frac{1}{k_2 q_{den}^2} + \frac{1}{q_{den}} t \quad (6)$$

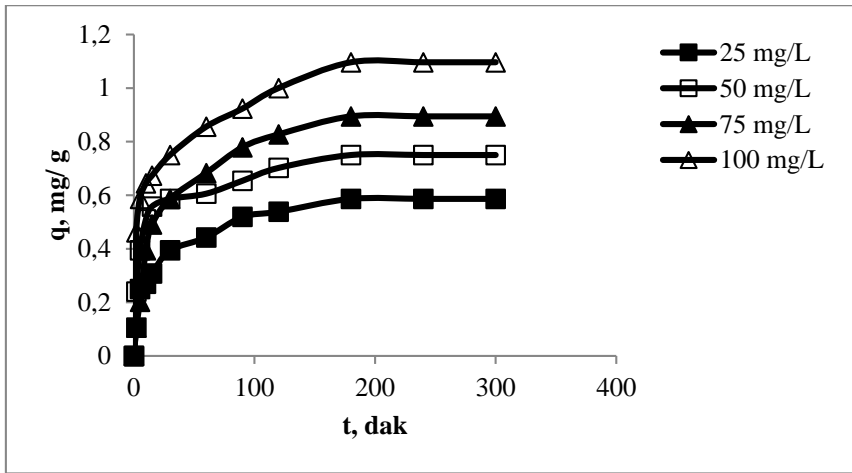
Burada  $q_{den}$  ve  $q_t$  sırasıyla, dengede ve herhangi bir t zamanında birim adsorbent ağırlığı başına adsorplanan RBBR miktarı (mg/g),  $k_1$  pseudo birinci derece kinetik model hız sabiti (1/dk) ve  $k_2$  pseudo ikinci derece kinetik model hız sabitidir (g/mg dk).

#### Bulgular ve Tartışma

Şekil 1 ve 2'de, ham ve modifiye bentonit üzerine RBBR birikim kapasitesinin zamanla değişimi gösterilmiştir. Adsorpsiyon çalışmaları 300 dakika için sürdürülmüştür ve her iki adsorbent içinde adsorpsiyon kapasitesinin artan temas süresi ile arttığı ve dengeye 180 dakikada ulaşıldığı bulunmuştur. Tablo 1'de, ham ve modifiye bentonit üzerine RBBR adsorpsiyonunda başlangıç konsantrasyonunun etkisi ve dengede adsorplanan RBBR miktarları gösterilmiştir. Bir kural olarak, başlangıç RBBR konsantrasyonunun artırılması, başlangıç RBBR konsantrasyonu adsorbent ve adsorpsiyon ortamı arasındaki kütle transferi dirençlerinin üstesinden gelmek için bir itici güç sağladığından, adsorpsiyon kapasitesinde bir artışa yol açar. Bu yüzden her iki adsorbent içinde daha yüksek adsorpsiyon kapasiteleri daha yüksek başlangıç konsantrasyonlarında elde edilmiştir.



Şekil 1. Modifiye bentonit ile RBBR giderimi için adsorpsiyon eğrileri (pH 3, adsorbent miktarı=1 g/100 mL, sıcaklık=45 °C karıştırma hızı = 250 rpm).



Şekil 2. Ham bentonit ile RBBR giderimi için adsorpsiyon eğrileri (pH 3, adsorbent miktarı=1 g/100 mL, sıcaklık=45 °C karıştırma hızı = 250 rpm).

bentonit için adsorpsiyonunda farklı başlangıç konsantrasyonlarında elde edilen dengede adsorplanan RBBR miktarları.

**Tablo 1.** Ham ve modifiye için adsorpsiyonunda farklı başlangıç konsantrasyonlarında elde edilen dengede adsorplanan RBBR miktarları

$C_0$ (mg/L)	Ham bentonit	Modifiye bentonit
	$q_{den}$ (mg/g)	$q_{den}$ (mg/g)
25	0.58	0.78
50	0.75	1.08
75	0.89	1.38
100	1.09	1.46

Denge verileri; adsorplanan madde ile adsorbent arasındaki ilişki, adsorbentin kapasitesi hakkında bilgi gibi adsorpsiyon sistemlerin dizaynı için temel gereksinimleri sağlamaktadır. Bu çalışmada adsorpsiyon verilerinin modellenmesinde en çok kullanılan izotermeler olan Langmuir and Freundlich eşitlikleri kullanılarak, sorbentlerin yüzey özellikleri, adsorpsiyon mekanizması ve kapasitesi veya anfinitesini gösteren adsorpsiyon model sabitleri değerleri hesaplanmıştır (Tablo 2). Freundlich sabitlerinden biri olan  $K_f$  adsorpsiyon kapasitesinin izafi ölçümü olarak kullanılır.  $K_f$  değerleri ham ve modifiye bentonit için sırasıyla 0.151 mg/g ve 0.306 mg/g olarak belirlenmiştir. Bir diğer Freundlich sabiti olan  $n$  değeri, adsorbentin RBBR birikim kapasitesi ve adsorplanmamış RBBR konsantrasyonu arasındaki doğrusal olmayan aşamayı gösteren heterojenliğin derecesi

ile değişen ampirik bir parametredir. Her iki adsorbent için bulunan  $n$  değerleri 1'den yüksektir.  $n$  değerlerinin 1'den büyük olması çalışılan adsorbentlerin RBBR adsorpsiyonu prosesi için etkin olduğunu göstermektedir. Ham ve modifiye bentonit için Langmuir eşitliğinden bulunan  $q_m$  değerleri sırasıyla 1.75 mg/g ve 2.14 mg/g ve  $b$  ise 0.024 L/mg ve 0.059 L/mg'dır. Maksimum kapasiteyi gösteren  $q_m$  RBBR için adsorbentin toplam kapasitesini veya dengede tek katmanlı doygunluğu gösterir.  $q_m$  değerinin  $q_{den}$  değerlerinden büyük olması RBBR'nin bentonite

tek tabaka halinde bağlandığının bir göstergesidir. Diğer Langmuir sabiti olan  $b$  ise RBBR bağlanması için adsorbentin ilgisini göstermektedir. Ham bentonite göre modifiye edilmiş bentonit için bulunan daha yüksek  $b$  değeri RBBR'nin adsorbente daha güçlü bir biçimde bağlandığını gösterir. Tablo 2'den görüldüğü gibi iki izoterm modelinin korelasyon katsayıları karşılaştırıldığında her iki izoterm içinde korelasyon katsayıları yüksek olmakla birlikte, adsorpsiyon verilerinin Langmuir modeli ile daha iyi uyum sağladığı bulunmuştur.

**Tablo 2.** Modifiye edilmiş kil üzerine adsorplanmış RBBR için izoterm sabitleri

	Langmuir model			Freundlich model		
	$q_m$ mg/g	$b$ L/mg	$R^2$	$K_f$ (mg/g)	$n$	$R^2$
Ham bentonit	1.75	0.024	0.99	0.151	1.95	0.95
Modifiye bentonit	2.14	0.059	0.99	0.306	2.73	0.96

Dış taraf kütle aktarımı, partikül içi difüzyon, pseudo birinci ve ikinci derece kinetik modeller sorpsiyon prosesinin dinamiklerini test etmek için kullanılmıştır ve deneyler bu modellerin katsayılarını hesaplamak için yapılmıştır (Tablo 2). Dış taraf kütle transferi çalışılan sistem için çözülmüş madde difüzyonunun başlangıç hızı ile karakterize edilmektedir. Sonuçlar başlangıç RBBR konsantrasyonunun artması ile dış taraf kütle aktarım katsayılarının ve dış taraf kütle aktarımının azaldığını göstermiştir. Bu etki sadece adsorpsiyon süresinin başlangıç periyodunda önemli olmasına rağmen, dış taraf kütle aktarımının ihmal edilemeyeceği de açıktır.

$K$  partikül içi difüzyon sabitini bulmak için çizilen eğriler birkaç basamakta gerçekleşen çoklu doğrusallığa sahip olurlar. Başlangıç periyodunda bulunan eğrinin birinci keskin kısmı, adsorbentin

dış yüzeyine çözülmüş maddenin difüzyonuna veya çözülmüş moleküllerin sınır tabakası difüzyonuna bağlanır. Partikül içi difüzyonun hız sınırlayıcı basamak olduğunu gösteren ikinci doğrusal kısım kademeli tabaka adsorpsiyon evresini göstermektedir. Üçüncü kısım çözülmüş madde difüzyonunun başlangıç hızı ile karakterize edilmektedir. Üçüncü kısım çözülmüş madde difüzyonunun başlangıç hızı ile karakterize edilmektedir (Hameed ve diğ., 2008). Çalışılan tüm RBBR konsantrasyonlarında ikinci kısmın doğrusal eğrileri orijinden geçmemiştir. Bu hızı kontrol eden basamağın sadece partikül içi difüzyonun olmadığını göstermektedir. Eğrilerin bu doğrusal kısımlarından bulunan  $K$  değerleri Tablo 3'de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi  $K$  değerleri artan başlangıç RBBR konsantrasyonları ile artmıştır



**Tablo 3.** Dış taraf kütle transfer katsayısı ve iç difüzyon hız üzerine başlangıç RBBR konsantrasyonunun etkisi

$C_0$ mg/L	Ham bentonit		Modifiye bentonit	
	$k_L$ cm/dk	$K$ mg/g dk <sup>1/2</sup>	$k_L$ cm/dk	$K$ mg/g dk <sup>1/2</sup>
25	0.00087	0.0223	0.00139	0.0260
50	0.00052	0.0358	0.00260	0.0306
75	0.00041	0.0406	0.00695	0.0342
100	0.00035	0.0468	0.01042	0.0628

Pseudo birinci derece ve pseudo ikinci derece modellerinin  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $q_{den}$  ve korelasyon katsayıları ( $R^2$ ) Tablo 2'de karşılaştırılmıştır. Tablodan görüleceği gibi pseudo ikinci derece kinetik model için korelasyon katsayıları daha yüksek olmuştur. Aynı zamanda teorik  $q_{den}$  değerleri ile deneysel  $q_{den}$  değerleri ikinci derece kinetik ile daha iyi uyum sağlamıştır. Bu sorpsiyon prosesinin hız belirleme basamaklarından biri olarak dış taraf kütle transferi ve iç difüzyon ile birlikte pseudo ikinci derece

kinetiği ile tanımlanabileceğini göstermektedir. Pseudo ikinci derece kinetik model, adsorpsiyon proseslerinde proses mekanizmasının esas olarak kimyasal bağlanma veya kemisorpsiyon ile kontrol edildiği düşüncesine dayanmaktadır. Bu her iki bentonite RBBR adsorpsiyonu oluşumunun adsorbat ile absorbent arasındaki elektron alışverişi veya paylaşımı yoluyla valans kuvvetlerini kapsadığı anlamına gelmektedir (Xiong ve Mahmood, 2010)

**Tablo 4.** Pseudo birinci ve ikinci derece kinetik parametreler üzerine başlangıç RBBR konsantrasyonunun etkisi

<b>Ham bentonit</b>		Birinci derece kinetik model			İkinci derece kinetik model		
$C_0$ mg/L	$q_{den,deneysel}$ mg/g	$k_1$ l/dk	$q_{den,hesap}$ mg/g	$R^2$	$k_2$ g/mg dk	$q_{den,hesap}$ mg/g	$R^2$
25	0.58	0.0117	0.25	0.94	0.3041	0.60	0.98
50	0.75	0.0111	0.31	0.89	0.2517	0.78	0.99
75	0.89	0.0101	0.34	0.80	0.2348	0.92	0.99
100	1.09	0.0089	0.42	0.82	0.2159	1.06	0.98

<b>Modifiye bentonit</b>		Birinci derece kinetik model			İkinci derece kinetik model		
$C_0$ mg/L	$q_{den,deneysel}$ mg/g	$k_1$ l/dk	$q_{den,hesap}$ mg/g	$R^2$	$k_2$ g/mg dk	$q_{den,hesap}$ mg/g	$R^2$
25	0.78	0.0398	0.29	0.96	0.3954	0.84	0.99
50	1.08	0.0216	0.35	0.96	0.1088	1.12	0.99
75	1.38	0.0152	0.62	0.76	0.0734	1.33	0.99
100	1.46	0.0025	0.81	0.95	0.0434	1.48	0.98

### Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada ham bentonit ile asit ( $\text{HNO}_3$ ) ve ısı ( $700\text{ }^\circ\text{C}$ ) ile muamele edilerek elde edilmiş olan modifiye bentonitin sulu çözeltilerden RBBR giderim kapasiteleri karşılaştırmıştır. Yapılan kimyasal ve termal işlem bentonitin RBBR adsorpsiyon kapasitesini yaklaşık %25 arttırmıştır. Her iki bentonit ile RBBR adsorpsiyon prosesinin hız belirleme basamaklarından biri olarak dış taraf kütle transferi ve iç difüzyon ile birlikte pseudo ikinci derece kinetiği ile tanımlanabileceği belirlenmiştir.

### Kaynaklar

**Ada K, Ergene A, Tan Sema, Yalcın E 2009.**

Adsorption of remazol brilliant blue R using ZnO fine powder: Equilibrium, kinetic and thermodynamic modeling studies. *J Hazard Mater*, 165:637-644.

**Erdoğan Alver B., Sakızcı M, Yörükoğulları E, 2012.**

Asitle aktiflenmiş bentonitin termal ve gaz adsorpsiyonu özelliklerinin incelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16-2:162-166.

**Hameed BH, Mahmoud, DK, Ahmad AL 2008.**

Equilibrium modeling and kinetic studies on the adsorption of basic dye by a low-cost adsorbent: Coconut (*Cocos nucifera*) bunch waste, *J Hazard Mater*, 158:65-72.

**İpekoğlu B, Kurşun İ, Bilge Y, Barut A, 1997.**

Türkiye bentonit potansiyeline genel bir bakış. 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 16-17 Ekim, İzmir, Türkiye.

**Kara S, Aydiner C, Demirbas E, Kobya M, Dizge N, 2007.**

Modeling the effects of adsorbent dose and particle size on the adsorption of reactive textile dyes by fly ash. *Desalination*, 212:282-293.

**Rahmat NA, Ali AA, S, Hussain N, Muhamad MS, Kristanti RA, Hadibarata T 2016.**

Removal of remazol brilliant blue R from aqueous solution by adsorption using pineapple leaf powder and lime peel powder. *Water Air Soil Poll*, 227:105.

**Xiong J, Mahmood BQ 2010.**

Adsorptive removal of phosphate from aqueous media by peat, *Desalination*, 259: 59-64.

## Bitki Genetik Kaynakları, Muhafazası ve Türkiye Tohum Gen Bankası

Nurgül Sarı, Kürşad Özbek, Rukiye Murat Duran

Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara  
Sorumlu yazar e-posta: [nurgulsari@hotmail.com](mailto:nurgulsari@hotmail.com)

Yayın Kodu (Article Code): 9-1D-8

Ülkemiz bitki genetik çeşitliliği bakımından eşsiz bir konumda bulunmaktadır. Türkiye üç önemli floristik bölgenin kesişme noktasıdır. Jeomorfolojik, topografik ve iklimsel özellikleri sayesinde oldukça farklı habitatlara ve buna bağlı olarak da zengin bitki türleri ve endemizm oranına sahiptir. Ülkemizin tohumlu ve tohumuz bitki takson sayısı yaklaşık olarak 12.000 olup bunun yaklaşık 4.000'i endemiktir. Floramızdaki bitkisel biyoçeşitliliğin ve özellikle tarımı yapılan türlere ait genetik kaynakların korunması, bitkisel üretimimizin sürdürülebilirliği bakımından son derece önemlidir. Bu makalede bitki genetik kaynakları, muhafaza yöntemleri, ülkemiz gen bankaları ve Türkiye Tohum Gen Bankasından bahsedilmiştir.

Günümüzde bitki genetik kaynakları temel olarak *in-situ* ve *ex-situ* yöntemleri ile korunmaktadır. *In-situ* muhafaza, genetik kaynağın bulunduğu yaşam alanında *ex-situ* muhafaza; doğal yetişme alanı dışında yapılmaktadır. *Ex-situ* koruma kapsamında tohum gen bankaları, arazi gen bankaları, *in-vitro* depolama ve kriyoprezervasyon, DNA bankası, botanik bahçeleri gibi yöntemler çeşitlenmektedir.

Dünyadaki üç önemli gen havuzunun kesişme noktasında bulunması nedeniyle Türkiye'de tür çeşitliliği yüksektir. Yerel çeşitler başta olmak üzere genetik materyalin toplanması, toplanan materyalin tohum gen bankalarında ve koleksiyon bahçelerinde *ex-situ* muhafazaya alınması, aynı zamanda doğal ortamında mevcut koşullara adaptasyonunun devamı için *in-situ* muhafaza programına ve kayıt altına alınması, moleküler ve morfolojik karakterizasyonu, üretim yenilenmesi, araştırma kurumlarının kullanımına sunulabilmesi çok önemlidir. Ülkemizde bitki genetik kaynaklarının toplanması ve korunması konusundaki çalışmalar 1920'li yıllarda başlamıştır. Türk bilim adamı Dr. Mirza Gökğöl dünyada bu konu yeni tartışılmaya ve değerlendirmeye başlandığı dönemde çalışmalara başlamıştır. Türkiye'nin her yanından topladığı

binlerce buğday örneğini karakterize ederek 18.000'in üzerinde farklı tip ve bunların arasından da 256 adet yeni buğday varyetesi belirlemiştir (Gökğöl, 1939). Ülkemizde 1963 yılından beri Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (UN/FAO) ile yapılan bir anlaşma çerçevesinde tarımsal üretimde kullanılan bitki türlerinin, yabani akrabalarının ve de ekonomik önemi olan yabani türlerin surveyi, toplanması ve muhafazası yapılmaktadır. Bu amaçla 1964 yılında Bitki Araştırma ve İntrodüksiyon Merkezi kurulmuştur. 1974 yılında uluslararası standartlara uygun ilk tohum gen bankası İzmir'de Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü (ETAE)'nde faaliyete geçmiştir. Ayrıca ETAE'deki örneklerin güvenlik yedeklemesinin yapılması amacıyla 1988 yılında Ankara'da Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü bünyesinde bir gen bankası kurulmuştur. Daha sonra, Türkiye Tohum Gen Bankası (TTGB) Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Biyoçeşitlilik ve Genetik Kaynaklar Bölümüne ait yeni binasına 2 Mart 2010 tarihinde taşınmıştır. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı bazı araştırma enstitülerinde vegetatif yolla çoğalan materyalin muhafaza edildiği arazi gen bankaları vardır. Bu arazi gen bankalarında 2015 yılı Temmuz ayı sonu itibarı ile örnek sayısı toplam 18.490 adettir. Her bitki türünün gen bankalarında muhafazası teknik olarak mümkün olmamaktadır. Sözelimi, yabani türler kendi habitatlarında korunabilir. Bu yöntem *in situ* koruma olarak adlandırılmakta olup, bu yöntemde doğal ortamlarındaki bitki populasyonlarının çeşitliliği devam ettirilmektedir.

TTGB'de ağırlıklı kültürü yapılan bitkiler ve yabani akrabaları olmak üzere birçok farklı bitki grubunda çalışılmaktadır. Bölümün görev alanı yerel çeşitler, ıslah edilmiş çeşitler, bunların yabani akrabaları, ekonomik öneme sahip yabani bitkiler ve doğal florada mevcut diğer bitki türlerinin (özellikle endemik türler) kaybolma tehlikelerine karşı toplanması, uzun süreli muhafazası, bilgilerin

dokümantasyonu ve toplanan materyalde karakterizasyon, üretim/yenileme çalışmalarıdır. TTGB'de 2015 sonu itibarı ile 62.000 civarında materyal uzun süreli muhafaza depolarında saklanmaktadır. TTGB; dokümantasyon, tohum temizleme, tohum kurutma ve paketleme, soğuk depolama, üretim, herbaryum, tohum fizyolojisi ve moleküler biyoloji ünitelerini içermektedir.

Günümüzde biyolojik çeşitliliğin azalması, tehlikeli boyutlara ulaşmış ve küresel bir problem haline gelmiştir. Bu nedenle halkın ve bilhassa öğrencilerin koruma bilincinin geliştirilmesine yönelik eğitim ve farkındalık çalışmaları yapılarak, ülkemizin genetik kaynaklarını korumak ve gelecek nesiller için sürdürülebilir kullanımını sağlamak çok büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki genetik kaynakları, muhafaza, Türkiye Tohum Gen Bankası (TTGB)

## Tokat İli Sphecidae (Insecta: Hymenoptera) Faunasının Belirlenmesi

Yaşar GÜLMEZ<sup>1\*</sup>, Akif DİZER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tokat

<sup>2</sup>Tokat Halk Sağlığı Laboratuvarı Müdürü, Tokat

Yayın Kodu (Article Code): 9-1A-9

### Özet

Bu çalışmada, Tokat ilinde 2009-2011 yılları arasında Sphecidae (Insecta: Hymenoptera) familyasına ait 267 ergin örnek doğal habitatlarından toplanmıştır. İncelenen örneklerden toplam 23 tür tanımlanmıştır. Tokat ilinde familyaya ait daha önce herhangi bir çalışma bulunmadığından, türlerin tamamı fauna için ilk kez kaydedilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sphecidae, Hymenoptera, Fauna, Tokat, Turkey.

### Determination of the Fauna of Sphecidae (Insecta: Hymenoptera) of Tokat Province

#### Abstract

In this study, 267 adult specimens of Sphecidae (Insecta: Hymenoptera) family in Tokat province were collected from natural habitats between 2009 and 2011. A total of 23 species were identified. Since there are no previous studies belonging to the family in Tokat province, all of the species are recorded for the first time for fauna.

**Keywords:** Sphecidae, Hymenoptera, Fauna, Tokat, Turkey.

E-mail: [yasar\\_gulmez@yahoo.com](mailto:yasar_gulmez@yahoo.com)

### Giriş

Sphecidae familyası, Hymenoptera takımının Apocrita alt takımı içinde ve Aculeata grubunda yer alan genellikle orta-büyük vücutlu soliter yaban arılarını içerir. Ergin Sphecid'ler çoğunlukla nektarla beslenerek çiçekli bitkilerin tozlaşmasına yardımcı olurlar. Larvaları karnivordur; diğer böcek ve örümceklerin ergin veya nimflerine saldırarak onu sokup felç eder ve kazdığı toprak içindeki yuvasına taşır. Daha sonra av üzerine yumurta bırakarak dışarı çıkar ve deliğin ağzını kapatır. Yumurtadan çıkan arı larvası avı yiyerek gelişir ve ergin hale gelir. Predatör yaşadıklarından, avladıkları böcek ve örümceklerin popülasyonlarını kontrol altında tutarlar ve böylece doğada biyolojik dengenin korunmasına katkıda bulunurlar (Bohart ve Menke, 1976).

Sphecidae familyası türleri genellikle tarla, orman ve hatta şehir içindeki boş yerlerde yaygın olan, büyük vücutlu ve parlak renkli böceklerdir. Birçok türde vücut, siyah üzerine kırmızı veya sarı desenli olup belirgin şekilde baş, toraks ve abdomen bölümlerine ayrılmıştır. Vücutlarının en dikkat

çekici bölümü toraks ve abdomen arasında bulunan uzun-silindirik bir petiol yapısıdır. Baş boyun kısmına oldukça serbest hareket eden bir şekilde bağlanır. Üç segmentten oluşan toraks bölümünde iyi gelişmiş, zarımsı, ince damarlar taşıyan iki çift kanat bulunmaktadır. Genellikle kazıcı dişilerin bacaklarında kalın ve sert kıllardan oluşan tarak yapısı bulunmaktadır.

Sphecidae familyasına ait türlerin çoğunluğu soliter yaşarlar. Birçok türünün bacakları kazmaya uygun olması ve toprağa yuva kazmaları nedeniyle “kazıcı arılar” veya karakteristik vücut yapıları nedeniyle “ince belli arılar” olarak da adlandırılırlar. Bazı türlerin yuvaları toprakta (*Sphex*, *Ammophila*), bazılarının da yuvaları çamurdan, eski binaların tavan ve duvarlarında (*Sceliphron*), bazıları ise daha önceden var olan yarık ve çatlaklarda yada içi boş bitki köklerinde (*Isodontia*, *Hoplammophila*) bulunur (Bohart ve Menke, 1976).

Sphecidae familyasına ait şimdiye kadar dünyada 772 tür (Pulawski, 2016), Türkiye’de (Beaumont,

1967; Pulawski, 1967 Hensen, 1987; Tüzün et al. 1999; Gülmez ve Tüzün, 2005; Ljubomirov ve Yıldırım, 2008) ise 67 tür kaydedilmiştir. Tokat ilinde ise familyaya ait tür kaydı bulunmamaktadır.

Günümüzde hızlı sanayileşme ve şehirleşme sonucu ortaya çıkan çevre kirlenmesi, biyotopların tahrip olması ve bunun yanı sıra aşırı otlatma, tarım ilaç ve gübrelere yaygın olarak kullanılması gibi çoğu insan kaynaklı faktörler, bazı canlı türlerinin yok olmasına neden olmaktadır. Bu olumsuz çevre şartlarının faunayı ne yönde etkilediğinin belirlenmesi için mevcut türlerin tespitine yönelik araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Ayrıca faunistik çalışmalar, ileride yapılacak olan ekolojik, moleküler, biyokimyasal vb. araştırmalara temel olabilecek veriler ortaya koymaktadır.

Tokat ili 250 m ile 2000 m arasında değişen yükseltilere sahip olup, Kuzey Anadolu orman kuşağı ile Orta Anadolu'nun tipik dağ stebi arasında bir geçiş bölgesinde yer aldığından her iki bölgenin de floristik elementlerini bulundurmaktadır. Ayrıca Erbaa ve Niksar ilçeleri civarında yer yer Akdeniz bitki örtüsü ve iklimi de gösteren zengin bir habitat çeşitliliğine sahiptir. Buna paralel olarak böcek faunasının da zengin tür çeşitliliğine sahip olduğu düşünülmüştür.

Tokat ilinin Sphecidae familyası türleri ile ilgili doğrudan çalışma ve tür kaydı bulunmamaktadır. Guichard ve Harvey, 1959-1960 yılları arasında Niksar ve çevresinden Hymenoptera örnekleri toplamışlardır. Bu araştırmacıların topladığı materyalleri de Beaumont (1967) ve Pulawski (1967) değerlendirmiş ve tespit edilen 37 türü Sphecidae familyası altında vermişlerdir. Ancak, daha sonra Sphecidae familyası içindeki alt familyaların, familya düzeyine yükseltilmesi sonucu bu türler Crabronidae familyası altında kalmıştır. (Melo, 1999) Literatür yazılmalı.

Bu çalışmada Tokat il sınırları içinde kalan alanda, Sphecidae familyasına ait türlerin, mümkün olduğu kadar doğal bitki örtüsünün hakim olduğu yaşam ortamlarında erginlerinin toplanması, teşhisi ve elde edilen sonuçların literatür verileriyle birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Tokat ili Sphecidae türlerinin ilk kez belirleneceği bu çalışma, orijinal bir faunistik araştırma olup, biyolojik zenginliklerimizin tespitine katkı sağlaması yönüyle de önem taşımaktadır.

## Materyal ve Metot

Araştırma bölgesinde arazi çalışmaları, Mayıs 2009 ile Ekim 2011 tarihleri arasında yapılmıştır. Ergin arılar gün içinde en fazla faal oldukları 09.00–18.00 saatleri arasında atrapla toplanmıştır. Toplanan örnekler, Etil Asetat ile hazırlanmış kavanozlar içinde öldürülmüş ve kutular içerisinde laboratuara getirilmiştir.

Laboratuarda örnekler özel olarak nemlendirilmiş yumuşatma kaplarında yumuşatılmış, germe tahtaları veya straför üzerinde belli standartlarda gerilerek tekrar kurutulmuştur. Bütün örnekler, toplama ile ilgili kısa bilgileri içeren lokalite etiketleri ile birlikte koleksiyon kutularına yerleştirilmiştir.

Araziden toplanan örneklerin tür düzeyinde teşhisleri Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Entomoloji Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Teşhisler, literatürlerde bulunan teşhis anahtarlarından yararlanılarak "Bitsch et al. (1993, 1997, 2001); Bohart ve Menke (1976); De Beaumont (1949, 1953, 1957, 1967, 1968, 1969); Kazenas (2001); Pulawski (1965); Roth (1963, 1967), Schmid-Egger (2000, 2005)" Leica S6E marka stereomikroskop yardımı ile gerçekleştirilmiş ve laboratuvarında bulunan karşılaştırma materyali ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Bölgeden toplanarak incelenen örnek sayısı 267 olup yapılan teşhisler sonunda bunların 3 alt familyaya ait, 23 tür oldukları belirlenmiştir.

Bölgeden toplanan ve değerlendirilen materyal; toplam örnek sayısı ve eşeylerle birlikte verilmiş, ayrıca Tokat'taki ilçeler dikkate alınarak toplama lokaliteleri, deniz seviyesinden yükseklikleri ve toplama tarihleriyle birlikte belirtilmiştir. Ergin bireylerin toplanma kayıtlarına göre düzenlenen uçuş dönemleri "Fenoloji" başlığı altında verilmiştir. Ayrıca türlerin Dünyadaki ve Türkiye'deki yayılışları da verilmiştir.

## Bulgular

**1. Altfamilya: Sceliphrinae Ashmead, 1899**  
***Chalybion (Chalybion) flebile (Lepelletier de Saint-Fargeau, 1845)***

**İncelenen materyal:** (Toplam: 2 ♂♂ 4 ♀♀): Tokat Merkez, Taşlıçiftlik, 645 m, 11.07.2011 1 ♀, 18.07.2011 1 ♀; Erbaa: Akça Kasabası, 290 m, 30.06.2009 2 ♀♀ 2 ♂♂.

**Fenoloji:** Haziran- Temmuz

**Dünyadaki yayılışı:** Yunanistan, İtalya, Mısır, Kuzey Avrupa, Suudi Arabistan, İran, Fransa, Birleşik Arap Emirliği, Tunus, Cezayir, Fas, Libya, İspanya, Kıbrıs, Filistin, Yugoslavya, Irak (Pulawski, 2016).

**Türkiye'deki yayılışı:** Antalya, Aydın, Erzurum, Gaziantep, Iğdır, İçel, İstanbul, İzmir, Kars, Malatya, Niğde, Şanlıurfa (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Sceliphron (Sceliphron) destillatorium (Illiger, 1807)***

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 2 ♂♂, 8♀♀): Almus: Merkez, 930 m, 06.07.2009 2♀♀; Erbaa: Kumocağı, 280 m, 08.09.2010 1♀; Tokat merkez: Pınarlı Köyü, 750 m, 06.07.2009 1♀; Tokat merkez taşocağı, 660 m, 03.07.2010 3♀♀; Tokat merkez kampüs, 700 m, 17.06.2011 1♂; Tokat merkez kampüs, 645 m, 29.06.2011 1♂.

**Fenoloji:** Haziran – Ağustos

**Dünyadaki Yayılışı:** Avrupa, Güney Paleartik Bölge, Güney-Batı Asya, Orta Asya, Moğolistan, Çin, Kuzey Afrika ( Bohart and Menke 1976, Kazenas 2001)

**Türkiyedeki yayılışı:** Adana, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Burdur, Bursa, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Hatay, Isparta, İçel, İstanbul, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Konya, Manisa, Muğla, Ordu, Osmaniye, Sakarya, Trabzon.(Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Sceliphron (Sceliphron) madraspatanum tubifex (Latreille, 1809)***

**İncelenen Materyal** (Toplam: 5♀♀): Erbaa Kelkit kum ocağı, 280 m, 03.10.2009 2♀♀; Erbaa Kelkit kum ocağı, 280 m, 19.06.2010 1♀; Erbaa Kelkit Kum ocağı, 280 m, 08.08.2010 1♀; Yeşilyurt merkez, 1050 m, 11.08.2010 1♀.

**Fenoloji:** Haziran – Ekim

**Dünyadaki yayılışı:** Hindistan, Vietnam, Endonezya, Kuzey Afrika, Orta Asya, Kafkaslar, Güney Avrupa ( Bohart and Menke 1976, Kazenas 2001).

**Türkiye'deki yayılışı:** Amasya, Ankara, Antalya, Bursa, Denizli, İçel, Muğla, Kahramanmaraş, Konya (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Sceliphron (Sceliphron) spirifex (Linnaeus, 1758)***

**İncelenen Materyal :** (Toplam: 1♀, 4♂♂): Almus: Merkez, 880 m, 29.05.2009 1♂; Almus: Dumanlı yaylası, 1600 m, 30.05.2009 1♂; Almus: Akarçay

kasabası, 830 m, 09.07.2009 1♂ 1♀; Niksar: Dönekse, 350 m, 10.07.2010 1♂.

**Fenoloji:** Mayıs – Temmuz

**Dünyadaki Yayılışı:** Almanya, Güney Avrupa, Güney Afrika, Hindistan, İtalya, İspanya, Mısır, Mozambik, Tanzanya, Tunus, Türkiye, Yunanistan. (Pulawski, 2016)

**Türkiye'deki Yayılışı:** Adana, Antalya, Aydın, Balıkesir, Bursa, Denizli, Hatay, İçel, İstanbul, Muğla, Trabzon (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Sceliphron (Hensenia) curvatum (Smith, 1870)***

**İncelenen materyal** (Toplam: 1♀): Erbaa Merkez ilçesi Akça Kasabası, 290 m, 30.06.2009 1♀.

**Fenoloji:** Haziran.

**Dünyadaki Yayılışı:** Afganistan, Almanya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, Irak, İspanya, İsviçre, İtalya, Kazakistan, Kırgızistan, Macaristan, Nepal, Özbekistan'ın dağlık bölgeleri, Pakistan, Polonya, Romanya, Rusya, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, Tacikistan, Ukrayna ve Yunanistan.(van der Vecht, 1984 Bu literatür kaynaklarda yok ; Hensen, Bu literatür kaynaklarda yok 1987; Pulawski, 2016; Schmid-Egger, 2005).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Amasya, Kocaeli, Samsun, Tokat (Gülmez ve Can, 2015).

**2. Altfamilya: Sphecinae Latreille, 1802**

***Isodontia paludosa (Rossi, 1790)***

**İncelenen Materyal:**(Toplam: 1 ♀): Pazar ilçesi Akdağ, 1900 m, 04.08.2009 1♀.

**Fenoloji:** Ağustos.

**Dünyadaki Yayılışı:** Kuzey Akdeniz Bölgesi, Türkiye, Güney Batı Asya, Türkmenistan ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Ankara, Artvin, Bursa, Erzincan, Erzurum, Kars, Konya (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Isodontia splendidula (A. Costa, 1858)***

**İncelenen Materyal:**(Toplam: 18♀♀): Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 11.07.2011 4♀♀; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 18.07.2011 6♀♀; Tokat merkez ilçesi Şenyurt kasabası, 817 m, 15.07.2011 2♀♀; Tokat merkez ilçesi Şenyurt kasabası, 817 m, 21.07.2011 6♀♀.

**Fenoloji:** Temmuz.

**Dünyadaki Yayılışı:** Kuzey Akdeniz Bölgesi, Türkiye, İsrail, Cezayir, (Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Ankara, Hatay (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Sphex (Sphex) flavipennis (Fabricius, 1793)***

**İncelenen Materyal** (Toplam: 32♂♂ 30♀♀): Almus Bakımlı köyü, 900 m, 30.06.2010 1♂; Almus Toki, 938 m, 2408.20111♀; Almus ilçesi Bakımlı köyü, 950 m, 29.07.2009 1♀; Erbaa merkez, 280 m, 03.07.2009 2♀♀; Erbaa Kelkit kum ocağı, 280 m, 01.07.2009 4♂♂; Erbaa Kelkit kum ocağı, 280 m, 08.08.2010 5♂♂ 3♀♀; Tokat merkez ilçesi Pınarlı köyü, 750 m, 10.08.2010 4♂♂ 5♀♀; Tokat merkez ilçesi Şenyurt kasabası, 676 m, 21.07.2011 1♂; Tokat merkez ilçesi Şenyurt kasabası, 817 m, 21.07.2011 2♂♂; Tokat merkez Kızıliniş mevkii, 900 m, 17.08.2010 4♂♂ 10♀♀; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 11.07.2011 4♂♂; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 25.07.2011 3♂♂; Turhal taşocağı, 585 m, 21.07.2011 4♂♂; Tokat merkez taşocağı, 450 m, 03.07.2010 1♀; Tokat merkez taşocağı, 450 m, 27.06.2011 1♀; Tokat merkez ilçesi Benli çiftliği, 1050 m, 22.06.2009 1♀; Tokat merkez ilçesi Çaylı kasabası, 630 m, 01.08.2009 2♀♀; Pazar ilçesi Akdağ, 1900 m, 04.08.2009 1♀; Niksar ilçesi Dönekse mevkii, 350m, 10.07.2009 1♀; Reşadiye ilçesi Bereketli, 1400 m, 27.07.2010 1♀.

**Fenoloji:** Haziran – Ağustos

**Dünyadaki Yayılışı:** Akdeniz Bölgesi, Macaristan, Bulgaristan, Afganistan, Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Güney- Batı Asya, Orta Asya, Kazakistan, Arabistan, İran ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Adana, Afyonkarahisar, Ağrı, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Burdur, Bursa, Çankırı, Çorum, Denizli, Erzincan, Erzurum, Giresun, Hatay, İçel, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Konya, Kütahya, Muğla, Muş, Samsun, Tekirdağ, Yozgat. (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Sphex (Sphex) funerarius (Gussakovsky, 1934)***

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 3♂♂ 2♂♂): Tokat merkez Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 11.07.2011 1♂; Tokat merkez Taşlıçiftlik köyü, 645m, 15.07.2011 1♂; Tokat merkez Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 21.07.2011 1♂; Turhal merkez, 613 m, 21.07.2011 2♂♂.

**Fenoloji:** Temmuz.

**Dünyadaki Yayılışı:** Akdeniz, Kuzey Afrika, Güney ve Orta Avrupa, Macaristan, Bulgaristan, Güney Rusya, Sibiryaya, Güney ve Orta Asya, Özbekistan, Çin, Moğolistan, ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Adana, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bursa, Çankırı, Denizli, Erzurum, Erzincan, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Hatay, İçel, İstanbul, İzmir, Kars, Kayseri, Konya, Kütahya, Manisa, Muğla, Rize (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Sphex (Sphex) pruinosus (Germar, 1817)***

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 1♀): Turhal merkez kum ocağı, 610 m, 12.07.2010 1♀.

**Fenoloji:** Temmuz.

**Dünyadaki Yayılışı:** Kuzey Afrika, Akdeniz'den Etiyopya'ya, Güney Batı Asya, Kazakistan, Güney Avrupa ve Burma ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Adana, Ankara, Antalya, Artvin, Balıkesir, İçel, İzmir, Erzurum, Kahramanmaraş, Kırıkkale, Konya, Malatya, Muğla, Muş, Trabzon (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Palmodes occitanicus (Lepelletier de Saint-Fergau and Serville 1828)***

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 6♂♂, 7♀♀): Tokat merkez ilçesi Kampüs, 700 m, 16.06.2010 2♂♂ 2♀♀; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 03.07.2010 1♀; Pazar ilçesi, 1000m, 31.07.2010 3♂♂; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 29.06.2011 1♀; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 01.07.2011 3♀♀; Turhal merkez kum Ocağı, 613 m, 21.07.2011 1♂.

**Fenoloji:** Haziran – Temmuz

**Dünyadaki Yayılışı:** Kuzey Akdeniz Bölgesi, Macaristan, Türkmenistan, Tacikistan, Özbekistan, Kırgızistan, Kazakistan ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Bursa, İstanbul, Erzurum. (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Palmodes strigulosus (A.Costa, 1861)***

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 3♀♀): Erbaa merkez, 400m, 03.05.2009 1♀; Turhal merkez, 800 m, 14.06.2009 2♀♀.

**Fenoloji:** Mayıs – Haziran

**Dünyadaki Yayılışı:** Kuzey Akdeniz, Güney Batı Asya, Orta Asya, Güney Avrupa, Bulgaristan, Türkiye ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Amasya, Ankara, Bilecik, Bingöl, Bursa, İstanbul, Erzurum, Kars, Kayseri, Konya, Niğde, Şanlıurfa, (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Prionyx kirbii (Vander Linden, 1827)***



**İncelenen Materyal:** (Toplam: 9 ♀♀, 8 ♂♂): Niksar ilçesi Dönekse mevki, 350 m, 10.07.2009 1♀; Pazar ilçesi Akdağ, 1900 m, 04.08.2009 1♂; Tokat merkez Pınarlı köyü, 750 m, 10.08.2009 1♀ 3♂♂; Sulusaray merkez ilçesi Ilıca, 1030 m, 17.07.2010 1♀; Yeşilyurt merkez, 900 m, 17.08.2010 2 ♀♀; Almus Görümlü, 880 m, 28.07.2010 1♀ 1♂; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 29.06.2011 1♀; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 18.07.2011 1♂, Tokat merkez ilçesi Şenyurt kasabası, 676 m, 21.07.2011 2♂♂; Almus TOKİ civarı, 938 m, 24.08.2011 2♀♀.

**Fenoloji:** Haziran – Ağustos

**Dünyadaki Yayılışı:** Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Güney Batı Asya, Orta Asya, Kazakistan (Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Adana, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Antalya, Burdur, Bursa, Çankırı, Erzurum, İçel, İzmir, Kars, Kayseri, Kütahya, Samsun(Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Prionyx nudatus* (Kohl, 1885)**

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 2♀♀): Tokat merkez ilçesi Pınarlı Köyü, 750 m, 10.08.2010 1♀; Almus TOKİ civarı, 938 m, 07.07.2011 1♀.

**Fenoloji:** Temmuz – Ağustos.

**Dünyadaki Yayılışı:** Kuzey Batı Afrika, Avrupa, Doğu Akdeniz'den İran ve Afganistan'a, Güney Batı Asya, Orta Asya (Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Ankara, Antalya, Artvin, Bursa, Çankırı, Erzincan, Erzurum, İstanbul, Kars, Konya, Sivas. (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Prionyx viduatus* (Christ, 1791)**

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 1♂): Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik köyü, 645 m, 11.07.2011 1♂.

**Fenoloji:** Temmuz.

**Dünyadaki Yayılışı:** Afrika, Doğu Akdeniz, İran, Kafkaslar, Orta Asya, Kazakistan, Moğolistan, Çin (Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Amasya, Ankara, Çankırı, Denizli, İçel, Kars, Niğde (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

**3. Altfamilya: Ammophilinae André, 1886**

***Ammophila heydeni* (Dahlbom, 1845)**

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 20♂♂24♀♀): Almus Ataköy yolu, 800 m, 13.06.2009 2♂♂; Almus merkez, 880 m, 07.07.2009 1♂; Almus merkez, 950 m, 27.07.2009 1♂; Almus Orman evleri, 880 m, 27.07.2010 2♀♀; Almus Serince yolu, 1000 m, 17.06.2010 1♂; Almus Karadere Köyü, 950 m, 28.07.2010 1♂; Artova: Tokat Artova yolu 10. Km, 17.08.2010 1♂; Erbaa merkez,

250 m, 03.10.2009 1♀; Erbaa kumocağı, 280 m, 08.08.2010 1♂ 2♀♀; Tokat merkez ilçesi Kampüs, 700 m, 16.06.2010 1♂; Turhal: Turhal İlçesi Çaylı kasabası, 600 m, 12.07.2010 2 ♂♂; Tokat merkez Çördük Köyü, 900 m, 04.08.2009 1♀; Tokat merkez ilçesi Taşlıçiftlik Köyü, 645m, 29.05.2010 2♀♀; Tokat merkez Çat yolu, 700 m, 13.07.2010 1♀; Tokat merkez Kampüs, 640 m, 29.06.2011 1♀; Tokat merkez Kampüs, 658 m, 05.07.2011 1♀; Tokat merkez ilçesi Pınarlı Köyü, 750 m, 10.08.2010 1♂ 5♀♀; Tokat merkez ilçesi Pınarlı Köyü, 750 m, 16.11.2010 2♂♂ 2♀♀; Tokat merkez Tahtoba Köyü, 850 m, 27.05.2011 1♀; Turhal: Turhal ilçesi Çaylı Kasabası, 630 m, 01.08.2009 1♂; Pazar: Ocaklı, 1600 m, 04.08.2009 1♂; Pazar: Ocaklı, 1600 m, 31.07.2010 1♀; Reşadiye Zimav Gölü, 1200 m, 26.09.2009 1♀; Niksar Dönekse mevki, 350 m, 05.07.2009 1♂ 1♀; Niksar Dönekse mevki 350 m, 26.09.2009 1♀; Yeşilyurt su deposu civarı, 900 m, 17.08.2010 1♂ 1♀; Zile: Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 01.08.2009 2♂.

**Fenoloji:** Mayıs- Eylül.

**Dünyadaki Yayılışı:** Akdeniz, Bulgaristan, Romanya, Türkiye, Kafkaslar, Asya, Güney Batı Sibirya, (Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Adana, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Bayburt, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Bursa, Çankırı, Çorum, Edirne, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Hatay, Iğdır, İçel, İstanbul, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Konya, Kütahya, Malatya, Muş, Nevşehir, Niğde, Sakarya, Sivas, Sinop, Şanlıurfa, Tekirdağ (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Ammophila sabulosa* (Linnaeus, 1758)**

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 21♂♂ 6♀♀): Almus Ataköy yolu, 800m, 13.06.2009 4♂♂; Almus Ataköy yolu, 800 m, 20.06.2009 3♂♂; Almus Ataköy yolu, 800 m, 07.07.2011 1♂; Almus Orman Evleri, 880 m, 13.05.2010 3 ♂♂; Almus Çatak Yaylası, 1100 m, 28.07.2010 2♀♀; Almus Çatak Yaylası, 1100 m, 12.08.2010 3♂♂ 1♀; Almus TOKİ civarı, 938 m, 24.08.2011 2♀♀; Artova: Tokat Artova yolu 10. Km. 1000 m, 17.08.2010 2♂♂; Artova: Merkez, 1000 m, 17.08.2010 1♂; Erbaa merkez, 290 m, 08.08.2010 1♂; Tokat merkez Tahtoba Köyü, 850 m, 27.05.2010 1♂; Tokat merkez Pınarlı Köyü, 750 m, 10.08.2010 1♂; Tokat merkez sigara fabrikası, 640 m, 09.06.2011 1♂; Tokat merkez ilçesi Şenyurt Ovacık, 1101 m, 21.07.2011 1♀.

**Fenoloji:** Mayıs- Ağustos

**Dünyadaki Yayılışı:** Avrupa, Asya ve Palearktik Bölge, ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bayburt, Bilecik, Bolu, Bursa, Çankırı, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, İçel, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kocaeli, Konya, Kütahya, Manisa, Muş, Rize, Trabzon, Zonguldak (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Hoplammophila armata* (Illiger, 1807)**

**İncelenen Materyal:** ( Toplam: 2 ♂♂ 1♀): Tokat merkez Pınarlı, 700 m, 10.08.2010 2 ♂♂ 1♀.

**Fenoloji:** Ağustos.

**Dünyadaki Yayılışı:** Almanya, Cezayir, İtalya, İran, Fransa Hırvatistan, Macaristan, Orta Avrupa, Türkmenistan, Türkiye (Pulawski, 2016).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Artvin, İçel, Konya, Samsun (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Hoplammophila clypeata* (Mocsáry, 1883)**

**İncelenen Materyal:** ( Toplam: 1♂ 2♀♀): Almus TOKİ mevki, 938 m, 27.07.2011 1♂; Almus Tekneçik Köyü, 1250 m, 28.07.2010 1♀; Tokat merkez ilçesi Şenyurt Ovacık, 1101 m, 21.07.2011 1♀.

**Fenoloji:** Temmuz.

**Dünyadaki Yayılışı:** Almanya, Arnavutluk, Batı Avrupa, Bulgaristan, Cezayir, Çekoslovakya, Fransa, Hırvatistan, İtalya, Kuzey Afrika, Türkiye, Yunanistan (Pulawski, 2016).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Tekirdağ, İçel. (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Podalonia affinis* ( W. Kirby, 1798)**

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 2 ♂♂ 1♀): Pazar: Akdağ, 1900 m, 04.08.2009 2 ♂♂ 1♀.

**Fenoloji:** Ağustos.

**Dünyadaki Yayılışı:** Palearktik Bölge, Romanya, Orta Asya, ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Amasya, Ankara, Antalya, Ardahan, Artvin, Bursa, İçel, Erzurum, Kars, Kayseri, Sivas, Trabzon (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Podalonia fera* (Lepeletier de Saint- Fargeau, 1845)**

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 5♂♂ 2♀♀): Tokat merkez Kampüs, 645 m, 02.07.2010 1♂; Erbaa Kelkit Kum Ocağı, 280 m, 01.07.2009 1♂ 1♀; Pazar: Akdağ, 1900 m, 04.08.2009 1♂; Pazar: Ocaklı, 1200 m, 04.08.2009 1♂; Pazar: Ocaklı, 1600 m, 04.08.2009 1♂; Zile Edeköy Kızılüzüm Yaylası, 660 m, 06.07.2009 1♀.

**Fenoloji:** Temmuz- Ağustos

**Dünyadaki Yayılışı:** Avrupa, Orta Doğu, Güney Batı Asya, Orta Asya, Kafkaslar, Kazakistan, ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Amasya, Ankara, Artvin, Bursa, Denizli, Erzurum, Eskişehir, İçel, İzmir, Kars, Kayseri, Konya, Kütahya, Manisa, Niğde, Rize (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Podalonia hirsuta* (Scopoli, 1763)**

**İncelenen Materyal:** (Toplam: 37♀♀2♂♂ ): Almus merkez, 880 m, 29.05.2009 3♀♀; Almus merkez: TOKİ, 20.06.2009 2♀♀; Almus: Çatak, 1050 m, 29.05.2009 2♀♀; Almus: Çatak, 1050 m, 19.07.2009 1♂; Almus: Dumanlı, 1600 m, 30.05.2009 2♀♀; Almus; Tekneçik Köyü, 1250 m, 12.07.2009 1♀; Erbaa: Akça Kasabası, 290 m, 07.07.2009 1♀; Erbaa: Boğazkesen, 250 m, 27.03.2010 4♀♀; Niksar: Dönekse mevki, 350 m, 25.04.2010 1♀; Niksar: Dönekse mevki, 350 m, 05.07.2009 1♀; Tokat merkez taşocağı, 660 m, 04.07.2009 1♀; Tokat merkez Büyükbağlar, 700 m, 24.04.2010 3♀♀; Tokat merkez Kampüs, 650 m, 25.04.2010 1♀; Tokat: Batmantaş, 1050 m, 14.07.2009 1♀; Tokat Merkez: Kömeç Köyü, 650 m, 24.04.2010 1♀; Turhal merkez, 550 m, 24.04.2010 1♀; Pazar: Akdağ, 1900 m, 04.08.2009 12♀♀; Pazar: Ocaklı, 1200 m, 04.08.2009 1♂.

**Fenoloji:** Mart – Ağustos.

**Dünyadaki Yayılışı:** Akdeniz, Orta Asya, Türkiye, ( Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Adana, Amasya, Ankara, Ardahan, Artvin, Aydın, Bayburt, Bingöl, Bilecik, Bitlis, Bolu, Bursa, Çorum, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Hatay, İçel, İstanbul, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Kayseri, Konya, Kütahya, Manisa, Muğla, Niğde, Rize, Samsun, Sivas, Trabzon, Uşak (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

***Podalonia tydei* (Le Guillou, 1841)**

**İncelenen Materyal:** ( Toplam: 4♀♀5♂♂ ): Almus: Merkez, 950 m, 07.07.2011 1♀; Erbaa: Akça Kasabası, 290 m, 30.06.2009 1♀; Erbaa: Merkez Kelkit Kumocağı, 280 m, 02.07.2009 1♂; Niksar: Dönekse, 350 m, 10.07.2009 1♀; Tokat: Merkez Kampüs, 645 m, 03.07.2010 3♂♂; Tokat: Merkez ilçesi Pınarlı Köyü, 750 m, 10.08.2010 1♀; Pazar: Akdağ, 1900 m, 04.08.2009 1♂.

**Fenoloji:** Temmuz- Ağustos.

**Dünyadaki Yayılışı:** Afrika, Avrupa, İran, Suudi Arabistan, Kafkaslar, Orta Asya, Moğolistan, (Bohart and Menke 1976).

**Türkiye'deki Yayılışı:** Adana, Ankara, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bursa, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Iğdır, İçel, İstanbul, Kars, Konya, Malatya, Samsun. (Ljubomirov ve Yıldırım, 2008).

### Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Tokat il sınırları içindeki alanda, Sphecidae familyasına ait 23 tür tespit edilmiştir. Literatürde (de Beaumont, 1967; Pulawski, 1967) Tokat ilinden Sphecidae familyasına ait verilen türler, daha sonra alt familyaların familya düzeyine yükseltilmesi sonucu günümüzde Crabronidae familyası altında kalmıştır. Dolayısıyla Tokat ilinde Sphecidae familyası ile ilgili tür kaydı bulunmamaktadır. Bu çalışma ile tespit edilen 23 türün kaydı Tokat ilinden ilk kez verilmektedir.

Tokat Sphecidae faunasının ilk kez belirlendiği bu çalışma, ülkemizin biyolojik zenginliklerinin de ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır. Bu çalışmada tespit edilen türlerden *Sceliphron curvatum* orijinal olarak Hindistan'da tanımlanmış olup Asya, Avrupa ve Güney Amerika ülkelerinde de yayılış göstermektedir (van der Vecht, 1984; Hensen, 1987; Pulawski, 2016; Schmid-Egger, 2005). Türkiye'de yakın zamanda kaydedilen bu türün Avrupa'ya geçiş esnasında Türkiye üzerinden yayılış alanını genişlettiği düşünülmekte olup Tokat ili için önemli faunistik kayıttır (Gülmez ve Can, 2015).

Bu çalışmada belirlenen türlerden 12 tanesi ilin Karadeniz ikliminin hâkim olduğu Niksar, Erbaa ve Reşadiye ilçelerinden, 11 tanesi ise kurak iklimin hâkim olduğu bölgelerden toplanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında toplanan örneklerin daha çok step özelliği gösteren arazilerde bulunduğu görülmekle birlikte, yol kenarı, tarla kenarı, su kenarları, orman kenarlarındaki açık alanlar ve çiçekli alanlar gibi çeşitli habitatlarda da örnekler rastlanmıştır. Bu çeşit habitatların çalışma bölgesinin her tarafında bulunması nedeniyle, arazi çalışmalarında familya türlerinin homojene yakın bir dağılım gösterdiği görülmüştür. Bu sonuç, familya türlerinin çoğunun birçok habitatta yaşayabilen kozmopolit türler olduğu veya av yakalama, yuva yapma gibi nedenlerle farklı habitatlara göç edebileceği şeklinde yorumlanabilir.

Çalışma alanında aşırı otlatma, yangınlar, baraj ve yol yapımı gibi nedenlerle böceklerin yaşadığı alanların tahrip edildiği gözlemlenmiştir. Sphecidlerin çoğunlukla toprağa yuva kazmaları nedeniyle toprak yapısının bozulması, bu böceklerin farklı habitatlara yerleşmelerine neden olmaktadır. Nitekim arazi çalışmalarında bu durumun birçok örneğine rastlanmış, ilk zamanlarda toplama yapılan yerlerde sonraları böceklere rastlanmamıştır.

Sphecidae familyasına ait böceklerin çok hızlı uçmaları, araştırma bölgesinin her tarafına yol ağı bulunmadığından ulaşılamamış olması veya aşırı otlatma gibi nedenlerle habitatların tahrip olmasından dolayı arazi çalışmalarında örneğine rastlanmamış türler bulunabilir. Bu yüzden ileriki dönemde yapılacak faunistik araştırmalarda yeni türlerin tespit edilmesi muhtemeldir.

### Kaynaklar

**Bitsch J, Leclercq J 1993.** Hymenopteres Sphecidae' Europe Occidentale Volume 1, Fédération Française des Sociétés de Sciences naturelles, 325 p, France.

**Bitsch J, Barbier Y, Schmidt K, Gayubo SF, Antropov AV, Ohl M 1997.** Hymenopteres Sphecidae' Europe Occidentale, Volume 2, Fédération Française des Sociétés De Sciences naturelles, 429 p, France.

**Bitsch J, Dollfuss H, Boucek Z, Schmidt K, Schmid-Egger C, Gayubo SF, Antropov AV, Barbier Y 2001.** Hymenopteres Sphecidae' Europe Occidentale, Volume 3, 457 p.

**Bohart RM and Menke AS 1976.** Sphecid Wasps of the World. A generic revision. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London. 1 color plate, IX+695 pp.

**De Beaumont J 1949.** Contribution à l'étude du genre *Palarus* Latr. (Hym. Sphecid.). *Rev. Suisse Zool.*, 56: 627–673.

**De Beaumont J 1953.** Le genre *Olgia* Radoszk. (Hym. Sphecid.). *Rev. Suisse Zool.*, 60: 205–223.

**De Beaumont J 1957.** Sphecidae dunord de l'Iran (Hym.). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 30: 127-139.

- De Beaumont J 1967.** Hymenoptera from Turkey. Sphecidae, I. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Entomol.*, 19: 253–382.
- De Beaumont J 1968.** Sphecidae palearctiques nouveaux ou peu connus (Hym.). *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 41: 145- 168.
- De Beaumont J 1969.** Sphecidae de Turquie (Hym.). *Mitt. Schweiz. Entomol. Ges.*, 42: 79–95.
- Guichard KM and Harvey DH 1967.** Collecting in Turkey 1959, 1960 & 1962. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 19(4): 223-250.
- Gülmez Y and Can İ 2015.** First record of *Sceliphron (Hensenia) curvatum* (Hymenoptera: Sphecidae) from Turkey with notes on its morphology and biology. *North-Western Journal of Zoology*, 11(1): 174-177
- Gülmez Y, Tüzün A 2005.** Spheciformes (Hymenoptera: Apoidea) from Ankara Province. Subfamilies: Sphecinae, Pemphredoninae and Astatinae. *Journal of The Entomological Research Society*, 7: 41-57.
- Hensen RV 1987.** Revision of the subgenus *Prosceliphron* van der Vecht (Hymenoptera, Sphecidae). *Tijdschrift voor Entomologie*, 129: 217-261.
- Kazenas VL 2001.** Faunai biologii aroyioşihos (Hymenoptera, Sphecidae) Kazakistana i sredneiazii [Rusça]. 333 s. Alma-ata.
- Ljubomirov T, Yıldırım E 2008.** Annotated catalogue of the Ampulicidae, Sphecidae and Crabronidae (Insecta: Hymenoptera) of Turkey. Pensoft Publishers, 316 s, Sofya.
- Melo GAR 1999.** Phylogenetic relationships and classification of the major lineages of Apoidea (Hymenoptera), with emphasis on crabronid wasps. *Scientific Papers. Natural History Museum. The University of Kansas* 14: 1-55. [Recognized Heterogynaidae, Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae, and Apidae].
- Pulawski WJ 1965.** La structure du premier segment abdominal dans le genre *Ammophila* K. (Hym., Sphecidae) et ses consequences systematiques. *Polskie Pismo Entomol.*, 35: 259-262.
- Pulawski WJ 1967.** Hymenoptera from Turkey. – Sphecidae, II (Genera *Astata* Latreille and *Tachysphex* Kohl). *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Entomol.*, 19: 383-410.
- Pulawski WJ 2016.** Catalog of Sphecidae sensulato, [http://research.calacademy.org/ent/catalog\\_sphecidae](http://research.calacademy.org/ent/catalog_sphecidae)
- Roth P 1963.** Les *Sphex* palearctique dusous-genre *Palmodes*. *Mem. Mus. Natl. Hist Nat. (N.S.) Ser. A, Zool.*, 18: 139-186.
- Roth P 1967.** Appendice. *Sphex* Linne. Sous-genre *Palmodes* Kohl, p.368-375 in de
- Schmid-Egger C 2000.** Arevision of *Entomosericus* Dahlbom 1845 (Hymenoptera: Apoidea: “Sphecidae”) with description of a newspecies. *J. Hym. Res.*, 9(2): 352–362 .
- Schmid-Egger C 2005.** *Sceliphron curvatum* ( F. Smith 1870) in Europa mit einem Bestimmungsschlüssel für die europa is chenund mediterranen *Sceliphron*-Arten (Hymenoptera, Sphecidae). *BembiX*, 19: 7-28.
- Tüzün A, Gülmez Y, Bağrıaçık N 1999.** Studies on Sphecidae of Aegean Region (Insecta: Hymenoptera). *Entomofauna*, 20(23): 381–388.
- Van der Vecht J 1984.** Die orientalische Mauerwespe *Sceliphron curvatum* (Smith, 1870) in der Steiermark, Österreich (Hymenoptera, Sphecidae). *Entomofauna*, 5: 213-219.

## Bazı Kirleticilerin Teleostlar Üzerindeki Genotoksik Etkileri

Yağmur YILDIZ\*, Özlem ÖNEN

Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kars

Yayın Kodu (Article Code): 9-1A-10

**Özet:** Sucul ekosistemlere kolaylıkla ulaşip dağılan birçok kimyasal madde özellikle uzun süreli maruziyetle teleostların genetik yapılarını ve populasyon dinamiklerini etkileyebilir ve uzun vadede biyolojik çeşitliliği azaltır. Sunulan derlemede ağır metaller, endüstriyel kimyasallar ve pestisitler olarak sınırlandırılan bazı kirleticilerin teleostlardaki genotoksik etkilerine dair ulaşılabilen raporların değerlendirilmesi ve sonraki çalışmalara kaynak oluşturabilecek bilgilerin özetlenmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kirleticiler, Teleost, Genotoksisite, Nükleus Anomalileri, Mikronükleus Testi.

### The Genotoxic Effects of Some Pollutants on Teleosts

**Abstract:** Many chemicals, easily reach and disperse to aquatic ecosystems, especially may effect genetic structure and population dynamics of teleosts by long term and exposure and decrease biological diversity in the long term. It was aimed that the evaluation of the reports that could be reached about the genotoxic effects of some chemicals such as heavy metals, industrial chemicals and pesticides on teleosts and the summarizing of information that may form source data to further researches in this review.

**Keywords:** Pollutants, Teleost, Genotoxicity, Nucleus Abnormalities, Micronucleus Test.

\*(Corresponding author) **e-mail:** yagmuryildiz55@gmail.com

#### 1. Giriş

Çevre kirliliği günümüzün en büyük problemlerinden biridir. Bilim ve teknolojinin ilerlemesine paralel olarak kimyasal üretimi de artmaktadır. Dünya üzerinde yaklaşık olarak 80.000 ila 100.000 arasında kimyasal madde kullanılmaktadır. Bu kimyasalların 3.000' i kanserojen niteliktedir (Güner, 2014). Su kaynaklarının kontaminasyonu sanayi ve endüstrinin gelişmesiyle hızla artmaktadır. Endüstriyel ve evsel atıklar nedeni ile oluşan kanserojenik maddeler kanalizasyonlar ve asit yağmurları ile nehirlere, göllere, yer altı sularına ve denizlere karışmaktadır. Sucul ekosistem ağır metaller, parazitler, pestisitler, biyotoksinler, kimyasal ve fiziksel etmenler, bazı mikroorganizmalar ve evsel atıklarla kirlenmektedir (Lloyd, 1992; Claxton ve Hugles, 1999; White ve Rasmussen, 1998; Ergene et al., 2007).

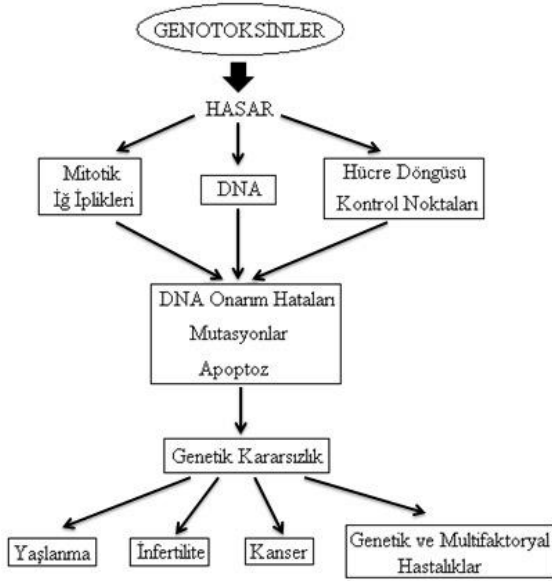
Son zamanlarda çeşitli klinik ve epidemiyolojik çalışmalar kanser benzeri olayların kanserojen maddelerle ilişkili olan kirlilikle birlikte artış gösterdiğini rapor etmektedir. Son zamanlarda çok sayıda çalışma; biyodegradasyon, su, hava, toprak ve gıda kirliliğinden önce metabolizmadaki toksik kimyasallar ve kanserojenik etki arasındaki ilişkiyi

araştırmaktadır (Fay ve Mümtaz, 1996; Wang ve Fowler, 2008).

DNA hasarı ve yanlış katlanmış proteinler karsinogenezde önemli rol oynamaktadır (Bernstein et al., 2005). DNA molekülünde mutasyonlara yol açabilen faktörler, ya doğrudan doğruya veya genom bilgilerine göre oluşturulan proteinlere bağlanarak dolaylı şekilde gösterirler. DNA hasarı meydana getiren etkenler de canlılarda doku hasarı, yaşlanma, kanser, infertilite ve bazı genetik ve çok etkenli rahatsızlıklara sebebiyet verebilmektedir (Şekil 1) (Kirsch-Volders et al., 2003; Mateuca et al., 2006; Atlı Şekeroğlu ve Şekeroğlu, 2011; Turkez et al., 2015).

Kimyasal risk değerlendirmesi veya sucul türlerin izlenmesinde genotoksisite testleri yaygın olarak kullanılan bir yöntemlerdendir (Simoniello et al., 2009). Mikronükleus (MN) ilk kez Howell ve arkadaşları tarafından eritrositlerde tespit edilmiş olup, Jolly tarafından da bugünkü ismini almıştır. MN hücrenin bölünme aşamasındayken kromozom fragmentinin ya da kromozomların ortamda serbest kalmasıyla oluşan ana çekirdeğe dahil olmayan

nukleusun yanında bulunan nukleoplazma ile sarılı yapıdır. MN ile hem kromozom kaybını hem de kromozom kırıklarının tespiti yapılabilmektedir. Organizmanın çeşitli mutajenik ve klastojenik ajanlara maruz kalması ile meydana gelen DNA hasarı sonucunda MN oluşmaktadır (Fenech ve Crott, 2002; Fenech, 2010). MN testi teleostlar ve diğer sucul organizmalar üzerindeki genotoksik hasarın değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir tekniktir (Anderson et al., 1994; Campana et al., 2003). Teleostlardaki kromozomların sayıca çok ve küçük olması MN testini sucul organizmalarda bu denli yaygın yapan etmenler arasındadır (Hayashi et al., 1997).



Şekil 1. Genotoksinlerin Etki Mekanizması ve Sonuçları (Atlı Şekeroğlu ve Şekeroğlu, 2011).

Birçok sebepten dolayı balık türleri biyolojik ve biyokimyasal değerlendirmelerle çevresel kirliliğin araştırılmasında kullanılabilir (Povers, 1989). Toksik maddelere maruz kalmış teleostlarda kan hücrelerinin morfolojik özelliklerindeki değişimler belirlenerek toksik maddenin genotoksitesisi hakkında fikir edinilebilir (Hinton, 1993).

Sucul ekosistemlere kolaylıkla ulaşım dağılan birçok kimyasal madde özellikle uzun süreli maruziyetle teleostların genetik yapılarını ve populasyon dinamiklerini etkileyebilir ve besin zinciri yoluyla diğer canlı türlerini de etkileyebilmektedir. Sunulan derlemede pestisitler, endüstriyel kimyasallar ve ağır metaller gibi ekosistem için zararlı olabilen kimyasallardan bazılarının teleostlardaki genotoksik etkilerine dair ulaşılabilen raporların değerlendirilmesi ve sonraki

çalışmalara kaynak oluşturabilecek bilgilerin özetlenmesi amaçlanmıştır.

### 1.1 Pestisitler

Besin maddeleri üretim aşamasından tüketim aşamasına kadar birçok besin maddesine zarar veren mikroorganizma ve haşerelere maruz kalır. Besin maddelerinin bozulmasına neden olan bu zararlılara karşı kullanılan kimyasal maddelere pestisit denir. Pestisitler genel bir terimdir ve insektisit, herbisit, rodendisit, fungusit, mollusit, akarasit toprak additifleri ve ağaç prezervatifleri gibi bitkisel ve hayvansal hayatı tahrip etmek veya geliştirmek için kullanılan kimyasalların tümünü kapsamaktadır. Pestisitler tarım alanlarındaki zararlı mücadelesinde yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen günümüzde bu kimyasalların hedef organizmaları yok ederken habitatlar üzerinde meydana getirdiği zararlar ortaya çıkmış ve özellikle sıcakkanlılar ve memeliler için toksik olduğu anlaşılmıştır (Güley ve Vural, 1978; Mc Even ve Stephenson, 1989).

Pestisitler sulardaki kalite ve plankton bolluğunu önemli ölçüde azaltmaktadır (Sweilum, 2006). Aynı zamanda balık populasyonlarının sağlığını ve üremesini önemli ölçüde etkilemektedir (Mani ve Konar, 1988).

Organoklorlu insektisitlerden endosülfanın tilapilerde (*Oreochromis aureus*) genotoksik etkisinin olup olmadığının araştırıldığı çalışmada, endosülfanın 10,42µ/L konsantrasyonuna 40 saat süreyle maruz bırakılan balıklarda meydana gelen değişimleri değerlendirmek için genetik analizi yapılmıştır. Sonuçlar kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, endosülfan maruz bırakılan balıkların %70'inde ölüm meydana geldiği belirtilmiştir (Sevenler et al., 2007).

Teleostlar sucul ekosistemdeki kirliliğin değerlendirilmesi için genetik model olarak kullanılmaktadır. Sulardaki çevresel kirlenici etkilerin biyoindikatörü olan teleostlar çevrelerindeki değişimlere karşı oldukça duyarlıdır ve sulardaki kirlenicilerin potansiyel riskini belirlemede önemli rol oynarlar (Lakra ve Nagpure, 2009). *Carassius auratus gibelio* üzerine ticari pestisit olan tiyokarbamat ve tetrazinin etkileri MN test yöntemiyle araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda MN frekansında ve abnormal çekirdek oluşumunda önemli derecede artış gözlemlenmiştir (Falfushynska et al., 2012). MN

frekansı hücredeki genetik hasarın değerlendirilmesinde iyi bir belirteç olarak değerlendirilebilir. Özel bir dokudaki hücrelerin MN sıklığı hesaplanarak kirleticilerin genotoksik etkilerinin kapsamının ne olduğuna dair bir işaret sağlanabilir (Siu et al., 2004).

Tarımda yaygın olarak kullanılan insektisitlerden karbosulfanın *Channa punctatus* türü üzerindeki mutajenik ve genotoksik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, lethal konsantrasyonlar ve maruz kalma süreleri baz alınarak MN ve comet analizi yapılmış olup, çalışma sonuçlarında karbonosulfanın maruziyet süresine ve konsantrasyona bağlı olarak MN oluşumunda ve kromozom anomalilerinde artış meydana getirdiği bildirilmiştir (Nwani et al., 2010).

Malathion, dünyada yaygın olarak kullanılan organofosforlu bir insektisittir. Yapılan araştırmada, malathion'un *Channa punctatus* üzerinde subletal konsantrasyonlarda, mikronükleus testi ve comet deneyi kullanılarak genotoksik potansiyelinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonunda periferik kan hücrelerindeki MN oluşumu, kontrol örneklerine kıyasla belirgin olarak daha yüksek bulundu. Benzer şekilde solungaç, böbrek ve lenfositlerde hem konsantrasyon hem de maruz kalma zamanı baz alınarak DNA hasarı üzerinde etkileri araştırıldı. Çalışma sonucunda bütün dokular üçüncü gündeki DNA hasarında konsantrasyona bağlı bir artış gösterdi ve bunun ardından maruz kalma süresi ile doğrusal olmayan bir azalma izlendi. Dokularda DNA hasarının derecesinin karşılaştırılması ile solungaç dokusunun malatiyona en fazla duyarlılığı gösterdiği saptandı (Kumar et al., 2010).

Bir diğer araştırmacı ise organofosforlu bir insektisit olan parathion methylin *Barbus rajanorum mystaceus* üzerine olan genotoksik etkisini eritrosit MN testi ile belirlemiştir. Çalışma sonucunda kontrol grubundaki balıklarda MN 'li eritrosit frekansı %0.09, 125 ppm'lik en düşük konsantrasyona maruz bırakılan balıklarda %1.35, 225 ppm'lik en yüksek konsantrasyona maruz bırakılan balıklarda ise %2.65 olarak bulunmuş ve konsantrasyon artışı ile MN'li eritrosit artışı arasında bir paralelliğin olduğu tespit edilmiştir (Yılayaz, 2005). Aynı araştırmacı tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise; organofosforlu bir insektisit olan parathion methyl'in beş farklı konsantrasyonunun *Capoeta trutta* üzerindeki

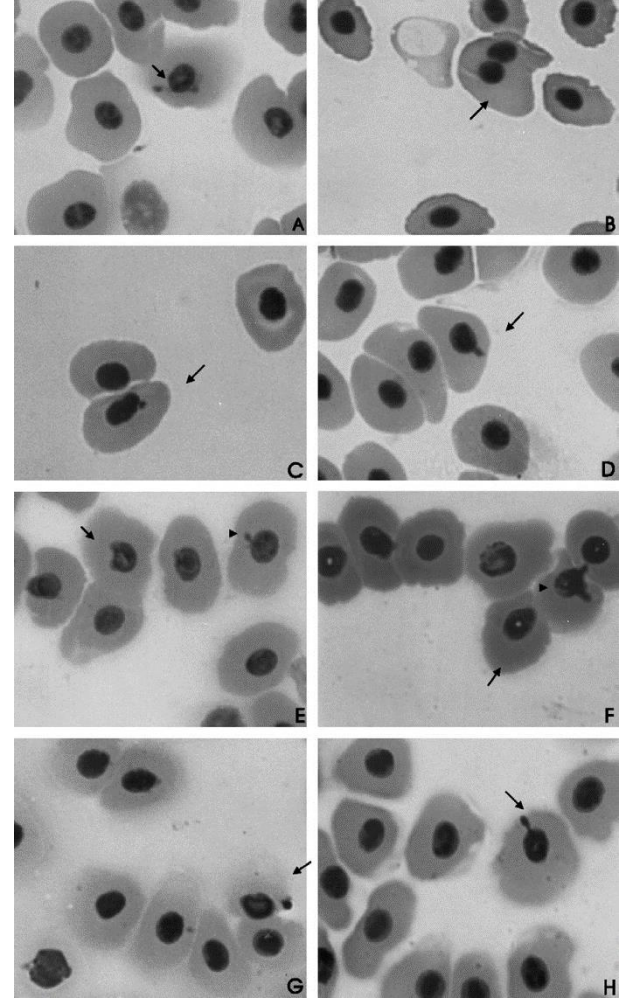
genotoksik etkisi, eritrosit MN testi kullanılarak araştırılmıştır. Araştırma sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak MN'li eritrosit sayısında artış saptanmıştır (Yılayaz, 2006). Pestisitlerle yapılan çalışmalardan organofosforlu bir insektisit olan methamidophos'un *Clarias lazera* üzerine genotoksik etkisini ortaya koymak üzere eritrositlerde MN testi ile araştırılmış olup, çalışmadan elde edilen bulgular konsantrasyon artışına paralel olarak MN'li eritrosit sayısının artış gösterdiği tespit edilmiştir (Sergene et al., 1999).

Organofosforlu insektisitlerden profenofosanın genotoksik olup olmadığının araştırıldığı bir diğer çalışmada, *Channa punctatus* profenofosanın farklı konsantrasyonlarına belirli sürelerde (24, 48, 72 ve 96 saat) maruz bırakılmış ve solungaç dokusu örnekleri genotoksik yöntemlerle analiz edilip değerlendirilmiş ve genel olarak, solungaç hücrelerinde konsantrasyona bağlı olarak DNA da hasar meydana geldiği ve profenofosanın en yüksek konsantrasyonunda maksimum DNA hasarını oluşturduğu, aynı zamanda bu pestisitinin ölümcül olmayan konsantrasyonlarda bile genotoksik etkiye neden olabileceği tespit edilmiştir (Pandey et al., 2011).

Organofosforlu pestisitlerle yapılan bir diğer çalışmada ise herbisitlere karşı kullanılan glifosat temelli bir pestisit (Roundup) (6, 24 ve 96 saatlik) 10 mg/L'lik konsantrasyonunun *Prochilodus lineatus* üzerine herhangi bir genotoksik etkisi olup olmadığı Comet testi, MN testi ve nükleus anomali analiz yöntemleriyle araştırılmıştır. Sonuç olarak *P. lineatus*'un solungaç hücreleri ve eritrositlerde genotoksik hasara yol açtığı tespit edilmiştir. Yapılan test sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak genotoksisite meydana gelirken, MN ve nükleus anomali analizi testinde herbir maruziyet süresindeki *P. lineatus* örneklerinin negatif kontrol grubuyla arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Nükleus anomali analizi ve MN testi balıklarda genotoksisitenin belirlenmesinde sık kullanılan bir belirteç olmasına rağmen bu çalışmada anlamlı sonuç vermemiştir (Cavalcante et al., 2008).

Zebra balığı (*Danio rerio*) genotoksisite, kanser, DNA hasarı ve farmakolojik araştırmalar için güçlü bir model organizmadır. Aynı zamanda insan genlerinin büyük bir kısmının bu balıkta bulunmasının, bu canlının model organizma olarak kullanılmasında etkisi vardır (Chen et al., 2014; Dai et al., 2014; Shive, 2013).

Triazin sınıfı herbisitlerden yaygın olarak kullanılan atrazinin etkilerine dair yapılan bir çalışmada, zebra balığı embriyoları üzerinde teratojenik ve genotoksik etkileri olmasının yanısıra oksidatif stres meydana getirebileceğine dair bulgulara rastlandığı bildirilmiştir (Adeyemi et al., 2015). Yine atrazinin zebra balığı üzerindeki genotoksik etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, zebra balıkları üç farklı konsantrasyonda (0.01, 0.1, ve 1 mg/L) atrazine maruz bırakılmış; çalışma sonucunda atrazin konsantrasyonu arttıkça DNA hasarının arttığı yani atrazinin genotoksiteyi indüklediği saptanmıştır (Zhu et al., 2011). Bir diğer araştırmacı ise atrazini farklı konsantrasyonlarda (6.25, 12.5 ve 25 µg/L) *Oreochromis niloticus* üzerinde MN testi ile mutajenitesi ve genotoksitesini değerlendirmiştir. Çalışma sonuçları, atrazinin tüm konsantrasyonlarda belirgin şekilde MN ve nukleus anomalilerine (Şekil 2) sebep olduğunu göstermiş olup, bu tür bir herbisite maruz kalan organizmaların hayatları için tehdit oluşturabileceği yorumu yapılmıştır (de Campos Ventura et al., 2008). Bir başka çalışmada; atrazin ve atrazin türevi bir herbisit olan gesaprim'in *Carassius auratus* üzerindeki etkileri MN testi ile değerlendirildiği bir çalışmada, üç farklı konsantrasyonda (5, 10 ve 15 lg/L) atrazine ve pozitif kontrol olarak etil metan sülfonata maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda atrazine maruz bırakılan *C. auratus* eritrositlerindeki DNA iplikçiklerinde kırılma ve MN frekansında artış meydana geldiği tespit edilmiş ve balıklar üzerinde bu pestisit potansiyel genotoksik madde olabileceği düşünülmüştür (Cavaş, 2011). Yine atrazin temelli bir herbisit olan rasayanzin'in mutajenik ve genotoksik etkilerini değerlendirmek üzere; 0, 1, 3, 5, 7, 14, 21, 28 ve 35 gün sürelerinde üç farklı rasayanzin konsantrasyonuna (8.48mg/L, 5.30 mg/L, 4.24 mg/L) maruz bırakılan *Channa punctatus*'ta meydana gelebilecek genotoksik etkiler MN testi ile ortaya konması amaçlanmış olup, araştırma sonunda hem konsantrasyon hem de maruziyet sürelerinin deney grubundaki balıkları etkilediği, yüksek olan konsantrasyonun 7. günde daha fazla MN oluşumuna sebep olduğu, tüm konsantrasyonların 5. günde en yüksek DNA hasarına sebep olduğu sonucuna varılmıştır (Nwani et al., 2011).



**Şekil 2 A-H.** Atrazine maruz bırakılan *O. niloticus*'un eritrositlerinde bulunan MN ve nukleer anomaliler (de Campos Ventura et al., 2008).

## 1.2 Endüstriyel Kimyasallar

Yeryüzündeki suların büyük çoğunluğu petrokimyasal atıklar ve endüstri atıkları gibi birçok atık çeşidi ile kirlenmektedir. (Somashekar et al., 1985). Çok sayıda literatürde endüstri orijinli atıkların bitki ve hayvan hücrelerinde genotoksik etkilere neden olduğuna dair verilerden bahsedilmiştir (Somashekar et al., 1985; Leea ve Steinert, 2003; Maluszynska ve Juchimiuk, 2005; Matsumato et al., 2006; Tsuboy et al., 2007; Türkez et al., 2009; Rodrigues et al., 2010; Tedesco et al., 2012; Adeyamo ve Farinmade, 2013; Bakare et al., 2013; Cetin et al., 2016; Daud et al., 2016).

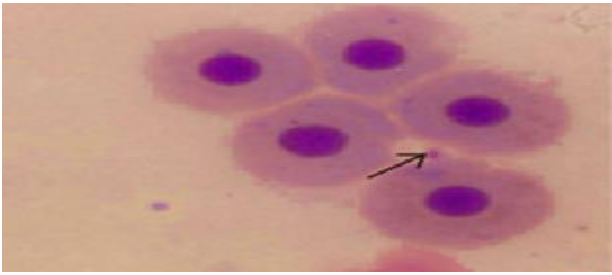
Sucul çevre, çevremizin ve kaynaklarımızın önemli bir bölümünü oluşturur, bu nedenle güvenliğini sağlığımız ile doğrudan ilişkilendiririz. Su kirliliğini ve kirliliğin sularda bulunan türleri genotoksik olarak ne denli etkilediğini saptamaya



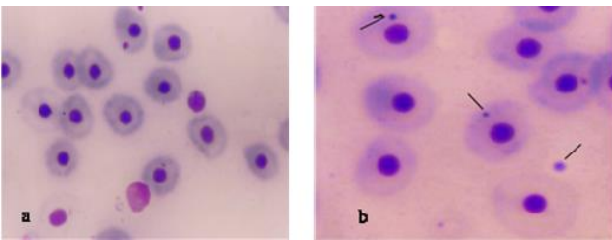
yönelik yapılan bir araştırmada; tıbbi ilaçlarda yaygın olarak kullanılan siklofosfamid'in farklı dozları (2, 5, 10, 40, mg/kg) intraperitoneal enjeksiyon ile *Oreochromis niloticus*, *O. aureus*, *Tilapia zilli* ve *Clarias gariepinus* türlerine uygulanmış, MN frekansları değerlendirilip, elde edilen sonuçlar doğrultusunda siklofosfamidin mutajenik olduğu ve MN frekansını artırdığı (Şekil 3, Şekil 4) sonucuna varılmıştır (Ali et al., 2008).

Endüstriyel kimyasallardan bazılarının etkilerini ortaya koymaya yönelik olarak yapılan bir çalışmada *Poecillia reticulata* üzerine çamaşır suyu ve bulaşık deterjanının genotoksik etkileri, MN testi kullanılarak araştırılmış ve çalışma sonucunda 15 µl/L konsantrasyonundaki bulaşık deterjanı ve çamaşır suyuna 96 saat süresince maruz bırakılan *Poecillia reticulata*'nın eritrositlerinde MN varlığını ve nukleus morfolojilerindeki düzensizlikleri gösteren değerlerde kontrol grubuna göre artış gözlenmiştir (Arslan, 2011).

Endüstriyel kimyasallardan deterjan ham maddesinin (8 mg/L, 48 saat süreyle sodyum dodesil benzen sülfonat sodyum tuzu) tilapilerde (*Oreochromis aureus*) genotoksik etkisinin araştırıldığı bir başka çalışma sonunda balıkların %90'ının öldüğü bildirilmiştir (Sevenler et al., 2007).



**Şekil 3.** 10 mg/kg.b.wt. siklofosfamidin eritrositlerde MN oluşumu (Ali et al., 2008).



**Şekil 4 a.** 2 mg/kg b.wt. siklofosfamid uygulamasından sonra böbrek dokusundaki MN oluşumu; **b.** 40 mg/kg (b.wt.) siklofosfamid

uygulamasından sonra böbrek dokusundaki MN oluşumu (Ali et al., 2008).

Endüstriyel kimyasalların karışması ihtimalinden şüphelenilerek Kars çayında üç ayrı bölgeden alınan sediment örneklerinin mutajenitesi *Orthrias angorae* türü üzerinde MN testi ile değerlendirilmiştir. Farklı deneme sürelerinde (6 ve 36 gün) sediment örneklerine maruz bırakılmış deneme örnekleri kontrol gruplarıyla kıyaslandığında, araştırma sonuçlarının MN frekansında artışa sebep olarak sediment içeriğinde genotoksik ajanların bulunduğu dair yorum getirilmiştir (Özkan et al., 2009).

Endüstriyel kimyasallardan çamaşır sularında kullanılan sodyum hipokloritin (NaOCl) genotoksik potansiyeli, Kura-Aras nehri bölgesine özgü *Achanthalburnus microlepis* türü üzerinde MN testi kullanılarak değerlendirilmiş olup; LC<sub>50</sub> değeri belirlendikten sonra balık örnekleri, farklı konsantrasyonlarda (0.25, 0.37, 0.50, 0.75 ve 1 mg/L) NaOCl'ye maruz bırakılarak eritrositlerdeki MN oluşumu hesaplanmış; tüm konsantrasyon gruplarından elde edilen sonuçlar, negatif kontrol grubuyla karşılaştırıldığında MN frekansının arttığı bildirilmiştir (Aksu et al., 2008).

Çeşitli kirleticiler içeren termal santral atığının toksisitesini değerlendirmek üzere gerçekleştirilen bir çalışmada; *Channa punctatus* üzerinde MN, nukleus anomalileri ve bazı enzim düzeylerine bakılmış; çalışma sonuçları termal santral atığının MN oluşumunu artırdığı, histolojik değişikliklere sebep olduğu, aynı zamanda balıklarda anemi, stres ve hastalıklara karşı savunmasız hale getirme potansiyeline sahip olduğu saptanmıştır (Javed et al., 2016).

Ham petrolün teleostlar üzerindeki genotoksik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, model organizma olarak seçilen *Poecilia sphenops* örneği farklı sürelerde (24, 48, 72 ve 96 saat) %40 konsantrasyondaki ham petrolün suda çözünebilir kısımlarına maruz bırakılmıştır. Çalışma sonunda alınan periferik eritrositlerdeki MN ve nukleus anomalileri tespit edilip, istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, deneme grubunun genotoksik açıdan etkilendiğini göstermiş olup, bahsi geçen kirleticinin maruziyetiyle MN ve nukleus anomalisi gösteren eritrositlerin frekanslarının, kontrol grubunun sonuçlarına oranla yüksek olduğu belirtilmiştir. Artan maruziyet periyodu paralelinde MN ve nukleus anomalisi bulunan eritrositlerin sayısının kademeli

olarak arttığı; sözkonusu kirleticinin *P.sphenops*'un eritrositleri üzerinde genotoksik etkisi olduğunu ortaya konmuştur (Önen ve İşisağ Üçüncü, 2015).

Bir petrol rafinerisinden ve krom işleme tesisinden gelen sıvı atıkların genotoksik etkilerini araştırmak üzere yapılan çalışmada; değişik konsantrasyonlardaki (%5, %10 ve %20 v/v) atıklara farklı maruziyet süreleri (3, 6 ve 9 gün) boyunca maruz bırakılan *Oreochromis niloticus*'ta, solungaç epitel hücreleri ve periferik kan eritrositlerinde MN ve nukleus anomali analizi yapılmıştır. Bulgular her iki etkenin de genotoksik potansiyele sahip olduğu, petrol artım tesisi etkisinin yol açtığı genetik hasarın seviyesinin krom işleme tesisi etkinliğinden daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Cavas ve Ergene Gözükkara, 2005).

Petrol işleme tesisinden etkilenen nehirdeki su kalitesini değerlendirmek için *Oreochromis niloticus*'un periferik eritrositleri üzerinde MN ve nukleus anomali testleri yapılmış olup; su numuneleri, kuru sezon (Mayıs ve Ağustos ayları) ve yağmur mevsiminde (kasım ve ocak ayları) olmak üzere, 12 örnekten oluşan üç ayrı alandan toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgularda, petrol drenajına karşılık gelen noktada, sitotoksik maddeler gibi, klastojenik ve / veya aneujenik potansiyelinde maddeler tespit edilmiş olup, MN ve nukleus anomalisinin görülme sıklığı Mayıs ve Ağustos aylarında yüksek olduğu, Kasım ve Ocak aylarında elde edilen sonuçlarda belirgin bir değişiklik olmadığı saptanmıştır. Bu çalışma ile petrol atıklarını giderme tesisinin, araştırılan test organizmasındaki sitotoksik ve mutajenik maddelerin etkisini en aza indirmek için tam olarak etkili olmadığı görülmüştür (da Silva Souza ve Fontanetti, 2006).

Petrol rafinerisinin bulunduğu seçilmiş istasyonlardan toplanan *Gobius niger*'den alınan kan örneklerinin ortalama hücresel hacim, ortalama hücresel hemoglobin miktarı, ortalama hücresel hemoglobin konsantrasyonu ve trombosit değeri ölçülmüştür. Yapılan mikroskobik çalışmalar sonucu normal olarak oval ve yassı şekilli nukleusların değişikliğe uğrayarak fusiform ve küresel şekil aldığı tespit edilmiş olup, çalışma sonucunda deniz balıklarının kan parametrelerinin çeşitli çevresel kirleticilere karşı fizyolojik bir yanıt

olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Katalay ve Parlak, 2004).

### 1.3 Ağır Metaller

Çeşitli kimyasallar, özellikle de metaller sudaki ekosistemi kirletir ve proteinlere, DNA'ya ve lipidlere karşı oksidatif hasar oluşturarak çeşitli toksisite mekanizmalarını uyarabilmekte (Kousar ve Javed, 2015); sularda bulunan ağır metaller ekosistemde tahribata yol açarak besin zinciri yoluyla insana kadar birçok canlı türünü tehdit edebilmektedir (Chen et al., 2001).

Ağır metallerin toksisitesini değerlendirmeye yönelik yapılan letal bir denemede; *Labeo rohita*, *Cirrhina mrigala*, *Catla catla* ve *Ctenopharyngodon idella*'nın 96 saat süreyle bazı bakır konsantrasyonlarına (96 saatlik LC<sub>50</sub>'nin %17, %25, %33, %50) maruz bırakılması sonucunda periferik kanda MN frekanslarında ve diğer nukleer anomalilerde konsantrasyona bağlı artış meydana geldiği tespit edilmiştir. Bulguları değerlendirildiğinde, MN testinin çeşitli balık türünün eritrositlerinde metallerin potansiyel genotoksitesini belirlemede yararlı bir araç olduğu yorumu yapılmıştır (Kousar ve Javed, 2015).

Bir diğer çalışmada arseniğin zebra yumurtaları üzerindeki etkilerinin araştırılması, zebra balığı embriyoları üzerinde teratojenik ve genotoksik etkileri olmasının yanısıra oksidatif stres meydana getirebileceğine dair bulgulara rastlandığı bildirilmiştir (Adeyemi et al., 2015).

Ağır metallerden potasyum kromatın 0,03735 g/L konsantrasyonuna 40 saat süreyle *Oreochromis aureus*'un maruz bırakılmasıyla bahsi geçen maddenin genotoksik olup olmadığı araştırıldığı bir başka çalışmada da, potasyum kromata maruz kalan deneme grubundaki tüm bireylerin öldüğü bildirilmiştir (Sevenler et al., 2007).

Bilinen ağır metallerden biri olarak kadmiyum, çeşitli endüstriyel alanlarda yaygın olarak kullanılan önemli inorganik toksik bir maddelerden biri olarak bilinmektedir. Toksisitesini ortaya koymak üzere yapılan çalışmalardan birinde model organizma olarak *Oreochromis niloticus* türü seçilmiş ve kadmiyum kloridin (CdCl<sub>2</sub>) genotoksik etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, eritrositlerdeki

MN sayısı, kromozomal aberasyon sıklığı ve genomik DNA'nın instabilitesi değerlendirilmiş, kadmiyum etkisiyle bahsi geçen bu parametrelerin önemli ölçüde artış gösterdiği ortaya konmuştur (Mahrous et al., 2015).

Kadmiyum kloridin teleostlar üzerinde genotoksik olup olmadığının araştırıldığı bir çalışmada, *Channa punctatus* farklı konsantrasyonlarına (0.5, 1.0, 2.0 ve 5.0 ppm) maruz bırakılmış ve yapılan genotoksisite testlerinin analizine göre kadmiyum kloridin balıklarda genotoksik etki meydana getirdiği sonucuna varılmıştır (Parveen ve Shadab, 2012).

Sularda bulunan ağır metallere bakır, kadmiyum ve demirin suda meydana getirebileceği sitotoksitesisi ve genotoksitesini değerlendirmek üzere; *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus gibelio* ve *Tilapia mossambica* türleri bahsi geçen ağır metallere farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılıp, in vivo fibröz (yüzgeç) hücreler üzerinde nükleus anomali analizi ve MN testi uygulanmıştır. Solungaç ve yüzgeç eritrositleri değerlendirildiğinde, en fazla nükleus hasarı kadmiyum ve bakır çözeltilerine maruz bırakılan balıklarda gözlenmiştir. Araştırma bulgularına dayanarak yüzgeç hücrelerinin organik ve inorganik maddelerin genotoksik ve sitotoksik etkilerini değerlendirmek için faydalı olabileceği düşünülmektedir (Arkhipchuk ve Garanko, 2005). Ağır metallere arsenik ve kadmiyumun *Danio rerio* üzerine genotoksik ve karsinojenik etkilerinin araştırılması amacıyla yapılan bir diğer çalışmada ise; arsenik ve kadmiyumun düşük konsantrasyonlarda onarılabılır bir genotoksisiteye sebep olduğu ancak yüksek konsantrasyonda DNA tamir mekanizmasını olumsuz yönde etkileyerek karsinojenik etki oluşturduğu bildirilmiştir (Doğanlar et al., 2016).

Ağır metallere Sivrisinek balığı (*Gambusia affinis*) üzerine genotoksik etkisinin olup olmadığının araştırıldığı bir başka çalışmada ise bakır (Cu) ve kadmiyumun (Cd) MN ve nükleus anomali oluşumuna bakılması amacıyla, balıklar iki farklı konsantrasyonda (0.1 ve 1 ppm) Cu ve Cd konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Aynı zamanda Cu ve Cd karışımı ile de ayrı bir deneme grubu oluşturularak çalışma yürütülmüş olup, çalışma sonucunda MN ve nükleus anomali varlığı periferik kan eritrositlerinde analiz edilmiştir. Cu ve Cd'nin birlikte uygulandığı balıklarda, Cu birikimi tek başına uygulandığı

gruba göre artış göstermediği, MN ve nükleus anomali testi sonuçlarına bakıldığında ise; Cu ve Cd'nin balık eritrositlerinde MN frekansını anlamlı şekilde arttırmamasına rağmen, nükleus anomali kontrol grubuna göre anlamlı artış meydana getirdiği gözlenmiştir (Güner ve Gökalp Muranlı, 2011).

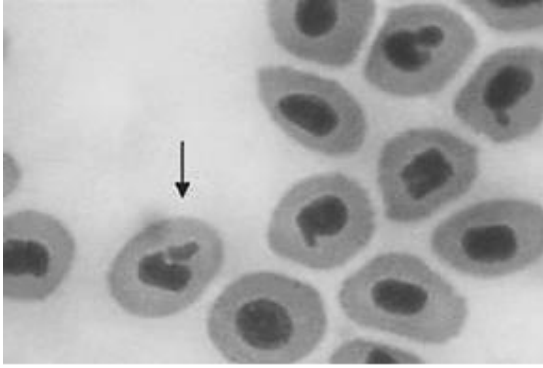
Ağır metallere teleostlar üzerindeki genotoksik etkilerinin araştırıldığı bir başka çalışmada, farklı kurşun konsantrasyonlarına (0.5 mg/L, 2.5 mg/L, 5 mg/L) maruz bırakılan tilapi balığının (*Oreochromis mossambicus*, L., 1758) in vivo eritrosit morfolojisinde meydana getirebileceği değişimler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda orta ve yüksek konsantrasyon kurşuna maruz bırakılan gruplarda kontrol grubuna göre önemli değişimler meydana gelmiştir. Orta ve yüksek konsantrasyonlardaki kurşun maruziyetinde ise eritrosit çekirdek alanı, uzunluğu ve genişliğinde kontrole göre önemli derecede azalmaya sebep olmuştur. Aynı zamanda sitoplazma alanı ve hücre genişliğinde kontrol grubuna göre önemli bir artma gösterdiği saptanmıştır (Kaya ve Akbulut, 2012).

Ağır metallere örnek teşkil eden civa klorür ve kurşun asetatın teleostlar üzerindeki genotoksik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki civa klorür (1 µg/L, 5 µg/L ve 10 µg/L) ve kurşun asetat (10 µg/L, 50 µg/L ve 100 µg/L) maruz bırakılan *Carassius auratus auratus*'un solungaç ve yüzgeç epitel hücreleri, periferik kan hücreleri MN analiziyle değerlendirilmiştir. Bulgular her üç dokuda MN frekansında artış meydana geldiğini, periferik kandaki polikromatik ve normokromatik eritrosit (PCE/NCE) oranlarının azaldığını, civa klorür ve kurşun asetatın genotoksik ve sitotoksik hasara neden olup, in vivo MN testinin testinin genotoksisite ve sitotoksisiteyi değerlendirmek için uygun bir teknik olduğunu göstermektedir (Çavaş, 2008).

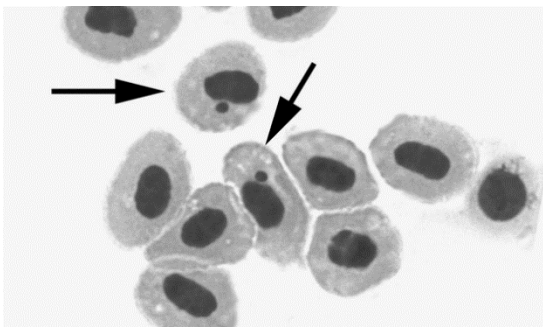
Ağır metallere metil civanın genotoksisitesinin araştırıldığı bir çalışmada, 2 mg/L konsantrasyonunun 24 ve 120 saat sürelerde *Colossoma macropomum* üzerindeki genotoksik etkileri araştırılması için MN testi ve nükleus anomali analizi yapılmıştır. Bulgular; 24 saatlik grup kontrol grubuyla karşılaştırıldığında MN frekansı bakımından anlamlı fark bulunmama ile birlikte, 120 saat süreyle muamele edilen balıklar ile kontrol grubu arasındaki MN frekansında önemli derecede artış tespit edildiğini

göstermektedir. Araştırma sonuçlarından metil civanın *C. macropomum*'un periferel eritrositleri üzerinde uzun süre maruziyetten sonra potansiyel olarak olumsuz etki gösterdiği kanısına varılmıştır (da Rocha et al., 2011).

Yine ağır metallerden biri olan civa klorürün genotoksik etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, civa klorürün dört farklı konsantrasyonuna (1, 3, 5, 7 ppm) yedi gün süreyle maruz bırakılan *Clarias gariepinus*'un böbrek dokusundan ve periferel kanından alınan örnekler, MN testi, kromozomal anomali testi ve kardeş kromatid değişimi yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Ulaşılan sonuçlarla, civa klorürün balıklarda genotoksik etkilere (Şekil 5, Şekil 6) neden olduğu sonucunu ortaya konduğu bildirilmiştir (Mahboob et al., 2014).



**Şekil 5.** *Clarias gariepinus* böbrek dokusuna ait eritrositlerdeki mikronukleus oluşumu (Mahboob et al., 2014).



**Şekil 6.** *Clarias gariepinus* periferel kan eritrositlerindeki mikronukleus oluşumu (Mahboob et al., 2014).

### Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada gözden geçirilen raporlar doğrultusunda, teleostların eritrosit nükleuslarının kirliliğe duyarlılık gösterdiği, meydana gelen değişikliklerin bahsi geçen toksikanların

konsantrasyonlarının artışına paralel olarak artış gösterdiği, fakat belli kimyasallara özgü bir duyarlılıktan söz edilemeyeceği ortaya konmuştur. Farklı çalışmalarda kaydedilen bulgular genel olarak birbiriyle örtüşmektedir. Veriler, bahsi geçen kirleticilere maruz bırakılan balıkların, eritrositlerindeki nükleus anomalilerinin sayıca artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Literatürel değerlendirmeler sonucunda elde edilen bu sonuçlar, bahsi geçen kirleticilere maruziyetin teleostların eritrositleri üzerinde genotoksik etkisi olduğunu, MN testinin tamamlayıcı yönü sebebiyle de hem kullanışlı hem de kirleticilerin genotoksik etkisinin değerlendirilmesinde faydalı olduğunu göstermiştir.

### Kaynaklar

**Adeyemi JA, da Cunha Martins-Junior A, Barbosa F Jr 2015.** Teratogenicity, genotoxicity and oxidative stress in zebrafish embryos (*Danio rerio*) co-exposed to arsenic and atrazine. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol*, 172-173: 7-12.

**Adeyemo OA, Farinmade AE 2013.** Genotoxic and cytotoxic effects of food flavor enhancer, monosodium glutamate (MSG) using *Allium cepa* assay. *Afr J Biotechnol*, 12(13): 1459-1466.

**Aksu P, Gül S, Özkan O, Nur G, Kaya TÖ 2008.** Evaluation of the Acute Toxicity and Genotoxicity of NaOCl on Blackbrow Bleak (*Acanthalburnus microlepis* De Filippi, 1863). *Fresen Environ Bull*, 17(3): 298-302.

**Ali FK, El-Shehawi AM, Seehy MA 2008.** Micronucleus test in fish genome: A sensitive monitor for aquatic pollution. *Afr J Biotechnol*, 7(5): 606-612.

**Anderson SL, Hose JE, Knezovich JP 1994.** Genotoxic and Developmental Effects in Sea Urchins are Sensitive Indicators of Effects of Genotoxic Chemicals. *Environ Toxicol Chem*, 13: 1033-1041.

**Arkhipchuk VV, Garanko NN 2005.** Using the nucleolar biomarker and the micronucleus test on in vivo fishfin cells. *Ecotox Environ Safe*, 62(1): 42-52.

- Arslan P, Dalgıç MA, Sarıçakmak S, Sarıgil N, Ülker Ş, Koçak Memmi B 2011.** Çamaşır suyu ve bulaşık deterjanının *Lepistes (Poecillia reticulata* Peters, 1859) balıkları üzerindeki genotoksik etkilerinin mikronükleus testi kullanılarak araştırılması. *MAKUFEBED*, 4: 29-37.
- Atlı Şekeroğlu Z, Şekeroğlu V 2011.** Genetik Toksikite Testleri. *TÜBAV Bilim*, 4(3): 221-229.
- Bakare AA, Alabi OA, Gbadebo AM, Ogunsuyi OI, Alimba CG 2013.** In vivo cytogenotoxicity and oxidative stress induced by electronic waste leachate and contaminated well water. *Challenges*, 4(2): 169-187.
- Bernstein H, Bernstein C, Payne CM, Dvorakova K, Garewal H 2005.** Bile acids as carcinogens in human gastrointestinal cancers. *Mutat Res*, 589(1): 47-65.
- Campana MA, Panzeri AM, Moreno VJ, Dulour FN 2003.** Micronuclei induct ion of *Rana catesbeiana* Tadpoles by the pyrethroid insecticide Lambda-Cyhalothrin. *Genet Mol Biol*, 26(1): 99-103.
- Cavalcante DGSM, Martinez CBR, Sofia SH 2008.** Genotoxic effects of Roundup on the fish *Prochilodus lineatus*. *Mutat Res*, 655(1-2): 41-46.
- Cavas T, Ergene-Gözükara S 2005.** Induction of micronuclei and nuclear abnormalities in *Oreochromis niloticus* following exposure to petroleum refinery and chromium processing plant effluents. *Aquat Toxicol*, 74(3): 264-271.
- Cavas T 2008.** In vivo genotoxicity of mercury chloride and lead acetate: Micronucleus test on acridine orange stained fish cells. *Food Chem Toxicol*, 46(1): 352-358.
- Cavaş T 2011.** In vivo genotoxicity evaluation of atrazine and atrazine-based herbicide on fish *Carassius auratus* using the micronucleus test and the comet assay. *Food Chem Toxicol*, 49(6): 1431-1435.
- Cetin D, Hacimuftuoglu A, Tatar A, Turkez H, Togar B 2016.** The in vitro protective effect of salicylic acid against paclitaxel and cisplatin-induced neurotoxicity. *Cytotechnology*, 68: 1361-1367. doi: 10.1007/s10616-015-9896-3
- Chen ZS, Lin HT, Hseu ZY 2001.** Transfer of cadmium into the food chain from aquatic and agricultural ecosystems. In environmental cadmium in food chain: sources. *Pathways and Risks*, 110-115.
- Chen YY, Zhu JY, Chan KM 2014.** Effects of cadmium on cell proliferation, apoptosis, and proto-oncogene expression in zebrafish liver cells. *Aquat Toxicol*, 157: 196-206.
- Claxton LD, Houk VS, Hugles TJ 1998.** Genotoxicity of industrial wastes and effluents. *Mutat Res*, 410(3): 237-243.
- da Rocha CAM, da Cunha LA, da Silva Pinheiro RH, de Oliveira Bahia M, Burbano RMR 2011.** Studies of micronuclei and other nuclear abnormalities in red blood cells of *Colossoma macropomum* exposed to methylmercury, *Genet Mol Biol*, 34(4): 694-697.
- da Silva Souza T, Fontanetti CS 2006.** Micronucleus test and observation of nuclear alterations in erythrocytes of *Nile tilapia* exposed to waters affected by refinery effluent. *Mutat Res*, 605: 87-93.
- Dai YJ, Jia YF, Chen N, Bian WP, Li QK, Ma YB, Chen YL & Pei DS 2014.** Zebrafish as a model system to study toxicology. *Environ Toxicol Chem*, 33: 11-17.
- Daud MK, Hassan S, Azizullah A, Jamil M, Rehan N, Irum R, Qaiser MK, Zhu SJ 2016.** Physiological, biochemical, and genotoxic effects of wastewater on maize seedlings. *Pol J Environ Stud*, 25(2): 563-571.
- de Campos Ventura B, de Angelis dDF, Marin-Morales MA 2008.** Mutagenic and genotoxic effects of the Atrazine herbicide in *Oreochromis niloticus* (Perciformes, Cichlidae) detected by the micronuclei test and the comet assay. *Pestic Biochem Phys*, 90(1): 42-51.
- Doganlar O, Doganlar ZB, Gokalp-Muranlı FD, Guner U 2016.** Genotoxic effect and carcinogenic potential of a mixture of As and Cd in Zebrafish at permissible maximum contamination levels for drinking water. *Water Air Soil Poll*, 227: 87.
- Ergene S, Cavaş T, Çelik A, Köleli N, Kaya F, Karahan A 2007.** Monitoring of nuclear abnormalities in peripheral erythrocytes of three fish

species from Göksu delta (Turkey): genotoxic damage in relation to water pollution. *Ecotoxicology*, 16: 385-391.

**Falfushynska HI, Gnatyshyna LL, Stoliar OB 2012.** Population-related molecular responses on the effect of pesticides in *Carassius auratus gibelio*. *Comp Biochem Physiol Part C*, 155: 396-406.

**Fay R, Mumtaz M 1996.** Development of a priority list of chemical mixtures occurring at 1188 hazardous waste sites, using the HazDat database. *Food Chem Toxicol*, 34(11-12): 1163-1165.

**Fenech M, Crott WJ 2002.** Micronuclei, nucleoplasmic bridges and nuclear buds induced in folic acid deficient human lymphocytes-evidence for breakage-fusion-bridge cycles in the cytokinesis-block micronucleus assay. *Mutat Res*, 504: 131-136.

**Fenech M 2010.** The lymphocyte cytokinesis-block micronucleus cytome assay and its application in radiation biodosimetry. *Health Phys*, 98(2): 234-243.

**Guner U 2014.** Toksikoloji. Trakya Üniversitesi.

**Güley M, Vural N 1978.** Toksikoloji. *Ankara Üniversitesi/Eczacılık Fakültesi Yayınları*, 48: 125.

**Güner U, Gökalp-Muranlı FD 2011.** Micronucleus test, nuclear abnormalities and accumulation of Cu and Cd on *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1853). *T Turk J Fish Aquat Sci*, 11: 615-622.

**Hinton, DE 1993.** Toxicologic histopathology of fishes: A systemic approach and overview. in: pathobiology of marine and estuarine organisms, Couch JA, Fournie JW, Eds. CRC Press: Boca Raton, 177-216.

**Javed M, Ahmad I, Ahmad A, Usmani, Ahmad M 2016.** Studies on the alterations in haematological indices, micronuclei induction and pathological marker enzyme activities in *Channa punctatus* (spotted snakehead) Perciformes, Channidae exposed to thermal power plant effluent. *Springer Plus*, 5(1): 761.

**Katalay S, Parlak H 2004.** The effects of pollution on haematological parameters of Black Goby (*Gobius niger* L., 1758) in Foça and Aliğa Bays, E.U. *Ege J Fish Aquat Sc*, 21(1): 113-117.

**Kaya H, Akbulut M 2012.** Kurşuna maruz bırakılan Tilapia (*Oreochromis mossambicus*)'nın eritrosit morfolojisinde görülen değişimler/changes in erythrocyte morphology of Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) exposed to lead. *Alinteri Zirai Bil Derg*, 22(B): 10-15.

**Kirsch-Volders M, Vanhauwaert A, Eichenlaub-Ritter U, Decordier I 2003.** Indirect mechanisms of genotoxicity. *Toxicol Lett*, 140-141: 63-74.

**Kousar S, Javed M 2015.** Studies on induction of nuclear abnormalities in peripheral blood erythrocytes of fish exposed to copper. *T Turk J Fish Aquat Sci*, 15: 879-886.

**Kumar R, Nagpure NS, Kushwaha B, Srivastava SK, Lakra WS 2010.** Investigation of the genotoxicity of malathion to freshwater teleost fish *Channa punctatus* (Bloch) using the micronucleus test and comet assay. *Arch Environ Con Tox*, 58(1): 123-130

**Lakra WS, Nagpure NS 2009.** Genotoxicological studies in fishes: a review. *Indian J Anim Res*, 79(1): 93-97.

**Lee RF, Steinert S 2003.** Use of the single cell gel electrophoresis/comet assay for detecting DNA damage in aquatic (marine and freshwater) animals. *Mutat Res*, 544: 43-64.

**Lloyd R 1992.** Pollution and freshwater fish. *Fishing New Books* pp. 77-85.

**Mahboob S, Al-Balwai HFA, Al-Misned F, Ahmad Z 2014.** Investigation on the genotoxicity of mercuric chloride to freshwater *Clarias gariepinus*. *Pak Vet J*, 34(1): 100-103.

**Mahrous KF, Hassan AM, Radwan HA, Mahmoud MA 2015.** Inhibition of cadmium-induced genotoxicity and histopathological changes in Nile tilapia fish by Egyptian and Tunisian montmorillonite clay. *Ecotox Environ Safe*, 119: 140-147.

- Maluszynska J, Juchimiuk J 2005.** Plant Genotoxicity: A molecular cytogenetic approach in plant bioassays. *Arh Hig Rada Toksikol*, 56: 177-184.
- Mani VGI, Konar SK 1988.** Pollutional hazards of the pesticide chlorpyrifos on aquatic ecosystem. *Env Eco*, 6(2): 460-462.
- Mateuca R, Lombaert N, Aka PV, Decordier I, Kirsch-Volder M 2006.** Chromosomal changes: induction, detection, methods, and applicability in human biomonitoring. *Biochimie*, 88: 1515-31.
- Matsumoto ST, Mantovani MS, Malagutti MIA, Fonseca IC, Marin-Morales MA 2006.** Genotoxicity and mutagenicity of water contaminated with tannery effluents, as evaluated by the micronucleus test and comet assay using the fish *Oreochromis niloticus* and chromosome aberrations in onion root-tips. *Genet Mol Biol*, 291: 148-158.
- McEven FL, Stephenson GL 1989.** The use and significance of pesticides in the environment. John Wiley & Sons Pub, New York.
- Nwani CD, Lakra WS, Nagpure NS, Kumar R, Kushwaha B, Srivastava SK 2010.** Mutagenic and genotoxic effects of carbosulfan in freshwater fish *Channa punctatus* (Bloch) using micronucleus assay and alkaline single-cell gel electrophoresis. *Food Chem Toxicol*, 48: 202-208.
- Nwani CD, Nagpure NS, Kumar R, Kushwaha B, Kumar P, Lakra WS 2011.** Mutagenic and genotoxic assessment of atrazine-based herbicide to freshwater fish *Channa punctatus* (Bloch) using micronucleus test and single cell gel electrophoresis. *Environ Toxicol Phar*, 31: 314-322.
- Önen Ö, İşisağ Üçüncü S 2015.** Ham petrolün suda çözünebilen kısımlarının *Poecilia sphenops*'ta meydana getirdiği genotoksik etkiler. *Kafkas Üniv Fen Bil Enst Derg*, 8(2): 34-43.
- Özkan O, Gül S, Keleş O, Aksu P, Kaya TÖ, Nur G 2009.** The investigation of the mutagenic activity of kars river sediments on *Orthrias angorae* (Steindachner, 1897). *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 15(1): 35-40.
- Pandey-Kumar A, Nagpure NS, Trivedi SP, Kumar R, Kushwaha B 2011.** Profenofos induced DNA damage in freshwater fish, *Channa punctatus* (Bloch) using alkaline single cell gel electrophoresis. *Mutat Res*, 726: 209-214.
- Parveen N, Shadab GGHA 2012.** Cytogenetic evaluation of cadmium chloride on *Channa punctatus*. *J Environ Biol*, 33: 663-666.
- Powers DA 1989.** Fish as model systems, *Science* 246: 352-358.
- Rodrigues FP, Angeli JPF, Mantovani MS, Guedes CLB, Jordao BQ 2010.** Genotoxic evaluation of an industrial effluent from an oil refinery using plant and animal bioassays. *Genet Mol Biol*, 33(1): 169-175.
- Sergene S, Çavaş T, Karahan A, Portakal E 1999.** Methamidophos'un *Clarias lazera* (Valeciennes, 1840) üzerindeki genotoksik etkilerinin eritrosit mikronukleus testi ile belirlenmesi. *GÜ Eğt Fak Derg*, 19(1): 27-34.
- Sevenler S, Yağhoğlu D, Gürlek M, Turan C 2007.** Toksik Kirlenmişlere maruz bırakılan Tilapia'da (*Oreochromis aureus*) genetik değişim ve tolerans ilişkisi. *Türk Sucul Yaşam Derg*, 5(8): 528-537.
- Shive H 2013.** Zebrafish models for human cancer. *Vet Pathol*, 50: 468-482.
- Simoniello MF, Gigena F, Poletta G, Loteste A, Kleinsorge E, Campana M, Scagnetti J, Parma MJ 2009.** Alkaline comet assay for genotoxic effect detection in neotropical fish *Prochilodus lineatus* (Pisces, Curimatidae). *Bul Environ Contam Tox*, 83: 155-158.
- Siu WH, Cao J, Jack RW, Wu RS, Richardson BJ, Xu L, Lam PK 2004.** Application of the comet and micronucleus assays to the detection of B[a]P genotoxicity in haemocytes of the green-lipped mussel (*Perna viridis*). *Aquat Tox*, 66: 381-392.
- Somashekar RK, Gurudev MR, Ramiah S 1985.** Somatic cell abnormalities induced by dye manufacturing industry waste water. *Cytologia*, 50: 129-134.
- Sweilum MA 2006.** Effect of sublethal toxicity of some pesticides on growth parameters,

haematological properties and total production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and water quality of ponds. *Aquac Res*, 37(11): 1079–1089.

**Tedesco S, Laughinghouse IV Haywood 2012.** Bioindicator of Genotoxicity: The *Allium cepa* test. *Environ Contam*, 137-156.

**Tsuboy MS, Angeli JPF, Mantovani MS, Knasmuller S, Umbuzeiro GA, Ribeiro LR 2007.** Genotoxic, mutagenic and cytotoxic effects of the commercial dye CI Disperse Blue 291 in the human hepatic cell line HepG2. *Toxicology in Vitro*, 21(8): 1650–1655.

**Türkez H, Şişman T, İncekara Ü, Geyikoğlu F, Tatar A, Keleş MS 2009.** The genotoxic and biochemical effects of wastewater samples from a fat plant in Erzurum. *BAÜ FBE Derg*, 11(2): 55-63.

**Turkez H, Aydın E, Geyikoglu F, Cetin D, 2015.** Genotoxic and oxidative damage potentials in human lymphocytes after exposure to terpinolene in vitro. *Cytotechnology*, 67: 409-418. doi 10.1007/s10616-014-9698-z

**Wang G, Fowler BA 2008.** Roles of biomarkers in evaluating interactions among mixtures of lead, cadmium and arsenic. *Toxicol Appl Pharm*, 233(1): 92–99.

**White PA, Rasmussen JB 1998.** The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters. *Mutat Res*, 410: 223-236.

**Yılayaz Ö 2005.** Parathion methyl (insektisit)'in *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel,1843) üzerindeki genotoksik etkisinin eritrosit mikronukleus testi ile belirlenmesi. *Doğu Anadolu Böl Araş Der*, 4(1): 72-76.

**Yılayaz Ö 2006.** Parathion Methyl (İnsektisit)'in *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) üzerindeki

genotoksik etkisinin eritrosit mikronukleus testi ile belirlenmesi. *Doğu Anadolu Böl Araş*, 1-6.

**Zhu L, Dong X, Xie H, Wang J, Wang J, Su J, Yu C 2011.** DNA damage and effects on glutathione-S-transferase activity induced by atrazine exposure in zebrafish (*Danio rerio*). *Environ Toxicol*, 26(5): 480-488.



**Akrilamidin *Capoeta capoeta* (Guldenstaedt 1773) Üzerindeki Genotoksik Etkileri**Pınar AKSU KILIÇLE<sup>1\*</sup>, Abdullah DOĞAN<sup>2</sup>

1. Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü-Kars

2. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı. Kars

Sorumlu yazar eposta: pınar-aksu@hotmail.com

**Yayın Kodu (Article Code): 9-1A-11**

Akrilamid genotoksik etkili olup, olası karsinojenler arasında sınıflandırılmıştır. Akrilamid, moleküler biyoloji laboratuvarlarında, boya sanayiinde, yapıştırıcı imalatında ve kozmetikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yüksek ısıda üretilen gıdalarda ortaya çıkmaktadır. DNA ile etkileşime girdiği bilinmekte olup, bu etkileşimin mekanizması tam olarak açıklanamamıştır. İnsanlarda olduğu kadar deney hayvanlarında da nörotoksik ve mutajenik etkilidir. Tüm bunlara ilave olarak karsinojenik etkili olduğu da gösterilmiştir. Bu çalışmada, su ortamlarında kabul edilebilir değerlerin üzerindeki akrilamidin *Capoeta capoeta* üzerindeki genotoksik etkileri, mikronükleus yöntemi ile ortaya konması amaçlanmıştır. Balıklar; negatif kontrol grubu, pozitif kontrol grubu [20 mg/kg cyclophosphamide (i.p)] ve deneme grupları (10, 20 ve 30 mg/l) olmak üzere beş gruba ayrıldı. Akrilamidin *Capoeta capoeta* üzerindeki genotoksik etkilerinin belirlenmesi için mikronükleus (MN) testi kullanıldı. İstatistiksel analizler neticesinde akrilamid uygulanan gruplarda mikronükleus sayılarının kontrol grubuna göre arttığı, bu artışın da konsantrasyon artışıyla paralellik gösterdiği saptanmış olup, çalışma sonuçları, önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Uygulanan akrilamid konsantrasyonlarının, negatif kontrol grubuna nazaran, konsantrasyon artışına bağlı olarak mikronükleus frekansını artırdığı, fakat bu artışın pozitif kontrol grubundaki kadar olmadığı belirlendi. Elde edilen veriler, akrilamidin *Capoeta capoeta* özelinde olmak üzere genotoksik etkisi olduğunu ortaya koymuş olup; balıkların insanlar için temel protein kaynakları olması sebebiyle de en üst omurgalı gruplarına kadar etkileyebileceği de açıktır. Besin maddelerini bu denli etkileyen kimyasalların kullanımının düzenlenmesi bağlamında gelecek çalışmalar için ışık oluşturabilecek bir veri tabanı olması bakımından büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar kelimeleri:** Akrilamid, *Capoeta capoeta*, mikronükleus.

**The Genotoxic Effects of Acrylamide on *Capoeta capoeta*(Guldenstaedt 1773)****Abstract**

Acrylamide has genotoxic effects and is classified as one of the potential carcinogens. Acrylamide is widely used in molecular biology laboratories, dyeing industry, adhesive production, and cosmetics industry. Moreover, it can be found in foods manufactured at high temperature. It is known to interact with DNA, but the mechanism of this interaction couldn't be completely explained. As well as the experiments on humans, it has neurotoxic and mutagenic effects on animal experiments. In addition to these, it has been shown to have carcinogenic effect. In this study, it was aimed to reveal the genotoxic effects of acrylamide on *Capoeta capoeta* (Guldenstaedt 1773), via micronucleus test system. In this study, the fish were divided into 5 groups as negative control group, positive control group [20 mg/kg cyclophosphamide (i.p.)] and experiment groups (10, 20, and 30 mg/l). In order to determine the genotoxic effects of acrylamide on *Capoeta capoeta*, the micronucleus test (MN) was utilized. As a result of statistical analyses, it was determined that the numbers of micronuclei in acrylamide implementation groups in proportion to control group, and that this increase showed parallelism with the increase in dose. The study result showed parallelism with those of previous studies. The applied concentrations of acrylamide were determined to increase the micronucleus frequency in proportion to negative control group depending on the concentration increase, but this increase was not at the same level with the increase in positive control group. The data obtained revealed the genotoxic effects of acrylamide specific to *Capoeta capoeta*; it is obvious that, since the fish are fundamental protein sources for humans, this effect can expand to even highest level of vertebrate groups. Within the context of regulating the use of chemicals, which have such effects on nutrients, this study is of significant importance since it shed light to further studies on this topic.

**Keywords:** Acrylamide, *Capoeta capoeta*, micronucleus.

## Giriş

Gıdaların hazırlanıp, dayanıklı bir duruma getirilmesi için genellikle 90-200°C arasında değişen ısı uygulanmaktadır. Bunun için, pişirme, fırınlama, kızartma, kavurma vs. şeklinde çeşitli işlemlere başvurulmaktadır. Isı başta olmak üzere yiyeceklere uygulanan bu işlemler, gıdalarda toksik bileşiklerin oluşmasına yol açmaktadır. Yüksek nişasta içeren ve yüksek ısı işlemine maruz bırakılan gıdalarda önemli miktarda akrilamid bulunduğu rapor edilmiştir (Tareke et al., 2002; Doğan, 2016). Yüksek ısıya maruz bırakılmış besin maddelerinin tüketilmesiyle canlılara ulaşan akrilamid, çeşitli mekanizmalarla karsinojenik, genotoksik ve nörotoksik etkilere neden olmaktadır. Mutajenik etkileri de bulunan bu madde, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından olası kanserojenler grubu olan 2A kategorisinde değerlendirilmektedir (IARC, 1997). Bununla birlikte dünya bilim çevrelerinde gıda kaynaklı akrilamidin neden olabileceği sağlık risklerinin belirlenmesi amacıyla çok sayıda deneysel çalışma başlatılmıştır. Gıdalara ısı enerjisinin uygulanması sonucu oluşan toksik bileşiklerin en önemlileri ve en iyi bilinenleri arasında, heterosiklik aminler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, N-alkil-N-nitrosamin bileşikleri ve akrilamid sayılabilir. Bu maddelerin mutajenik, teratojenik ve karsinojenik etkilerinin bulunduğu çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur (Claeys et al., 2005).

Akrilamid sindirim sisteminden emilip kana geçmektedir. Suda yüksek derecede çözünebildiği için, süt ve plasenta başta olmak üzere vücutta geniş bir dağılım göstermektedir (Tritscher, 2004). Dünya sağlık örgütü tarafından akrilamid maddesinin deriden geçebildiği bildirilmektedir. Gıdalarla alınan az miktardaki akrilamidin insanlarda kansere neden olup olmadığı hakkında kesin sonuçların olmadığı bildirilmiştir. Bu nedenle şüpheli kanserojenler grubunda yer almaktadır (2/A). Ağız yolu ile yüksek dozda verilen akrilamidin laboratuvar hayvanlarında kansere yol açması sebebiyle, insanlar için potansiyel kanserojen olduğu düşünülmektedir. FAO/WHO, 2002 yılında yüksek sıcaklıkta pişirilmiş bazı gıdaların önemli düzeylerde akrilamid içerdiklerini ve bu gıdaların insan sağlığı açısından ciddi riskler taşıyabileceğini bildirmişlerdir (FAO/WHO, 2002; Zhang et al., 2006).

Balıklar gibi çeşitli sucul organizmalar, sulardaki kirleticileri ya doğrudan alırlar, ya da kirleticilere

maruz kalmış sucul organizmaları besin olarak dolaylı bir biçimde biriktirirler. Böylece genotoksik kirleticiler sadece sucul organizmalarda değil, tüm ekosistemle birlikte insanlarda da birikime yol açabilir (Matsumoto et al., 2006). Kirleticilerin büyük bir kısmı sucul organizmalar tarafından vücuda alınmakta ve yağ dokularında biriktirilmektedir. Pek çok ülkede özellikle Japonya'da, balıklar ve kabuklu deniz ürünlerinin protein kaynağı olarak önemi bilinmektedir. Kirletilmiş sucul ürünlerin besin olarak alınması ve tüketilmesi insanlarda yan etkilere yol açabilir. Su kaynaklarına yakın bölgelerde yaşayan insanlarda, diğer bölgelerde bulunan insanlara nazaran düşük doğum ağırlığı, bebek anomalileri ve bazı kanser tiplerinde artış gözlenmiştir (Deguchi et al., 2007).

Mikronukleus (MN), çekirdekten ayrılmış kromatinlerin küçük fragmentleridir. Kromozom kırıkları veya iğ ipliği bozukluklarının göstergesi olarak bilinmektedir (Schmid, 1975). MN periferal eritrositler, solungaç, böbrek, karaciğer ve yüzgeç hücreleri gibi çeşitli balık hücresi tiplerinde analizleri yapılabilir (Al-Sabti ve Metcalfe, 1995). Balıklarda periferal eritrositlerin kullanımı, MN testi için daha avantajlıdır. Hematopoeitik dokuların yüksek mitotik hızlarının var olmasından dolayı genotoksik uygulamalara hızlı yanıt veren periferal kan hücrelerinde, kromozomal hasarın bir belirleyicisi olan mikronukleuslar sayılıp değerlendirilmeleri yapılabilir (Bolognesi et al., 2006). Bu çalışmada, su ortamlarında kabul edilebilir değerlerin üzerindeki akrilamidin *Capoeta capoeta* üzerindeki genotoksik etkilerinin, mikronukleus yöntemi ile ortaya konması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışma Kafkas Üniversitesi Hayvan Deneyleleri Yerel Etik Kurulu'nun 2014/023 sayılı onayı ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada Kars çay'ından yakalanan *Capoeta capoeta* balık türü kullanıldı. Balıklar tutulurken zedelenmelerini önlemek için düşük voltajlı şoker ve çevirme ağ temin edildi. Balıklar tutuldukları ortamdaki sudan alınmaz, içinde bu ortamdaki sudan bulunan bidonlara konularak, bidonlara oksijen bağlandı. Laboratuvara getirilen balıklar içerisinde normal su bulunan akvaryumlarda 10 gün bekletilerek ortama adaptasyonları sağlandı ve balıklar daha sonra her grupta 10'ar adet balık bulunan gruplara ayrıldı.

**1.GRUP(n:10): Negatif kontrol.** Bu gruptaki balıklar çeşme suyu bulunan tankta bekletildi ve herhangi bir uygulama yapılmadı.

**2.GRUP(n:10): Pozitif kontrol.** Bu gruptaki balıklar çeşme suyu bulunan tankta bekletildi ve her bir balığa 20 mg/kg cyclophosphamide intraperitoneal (i.p) olarak enjekte edildi.

**3.GRUP(n:10): 10 mg/L Akrilamid.** Bu gruptaki balıklar içerisinde çeşme suyu bulunan 10 litrelik tanklara 10mg/L akrilamid konuldu ve balıklar bu ortamda bekletildi.

**4.GRUP(n:10): 20 mg/L Akrilamid.** Bu gruptaki balıklar içerisinde çeşme suyu bulunan 10 litrelik tanklara 20mg/L akrilamid konuldu ve balıklar bu ortamda bekletildi.

**5.GRUP(n:10): 30 mg/L Akrilamid.** Bu gruptaki balıklar içerisinde çeşme suyu bulunan 10 litrelik

tanklara 30 mg/L akrilamid konuldu ve balıklar bu ortamda bekletildi.

Çalışmanın 72. saatinde balıkların kuyruk toplardamarından kan örnekleri alınıp preparatlara yayılarak, kurumaları sağlandı. Her gruptan on preparat yapıldı. Bu preparatlar 20 dk etanolde fikse edildi ve %10'luk giemsa boyasında 20 dk boyandı. Preparatlar kuruduktan sonra her preparattan 1000 eritrosit hücresi sayılarak bu hücrelerdeki mikronükleus oluşum frekansı belirlendi (Al-Sabti ve Metcalfe, 1995).

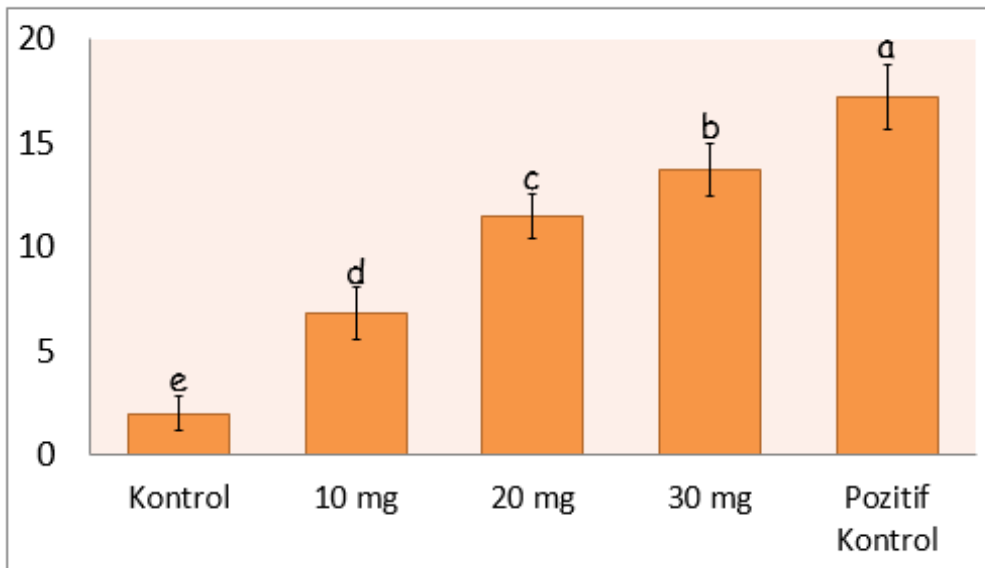
### 3. Sonuç

İstatistiksel analizler neticesinde mikronükleus sayılarının akrilamid uygulanan gruplarda kontrol grubuna göre artış gösterdiği ve bu artışın da konsantrasyon artışıyla paralellik gösterdiği saptandı ( $P<0.001$ ).

**Tablo 1.** Akrilamid uygulanan *Capoeta capoeta*'da mikronükleus sayıları\*

	GRUPLAR					
	Kontrol	10 mg	20 mg	30 mg	Pozitif Kontrol	P Değeri
Mikronükleus Sayısı	2±0.82 <sup>e</sup>	6.8±1.23 <sup>d</sup>	11.5±1.08 <sup>c</sup>	13.7±1.25 <sup>b</sup>	17.2±1.55 <sup>a</sup>	0.001

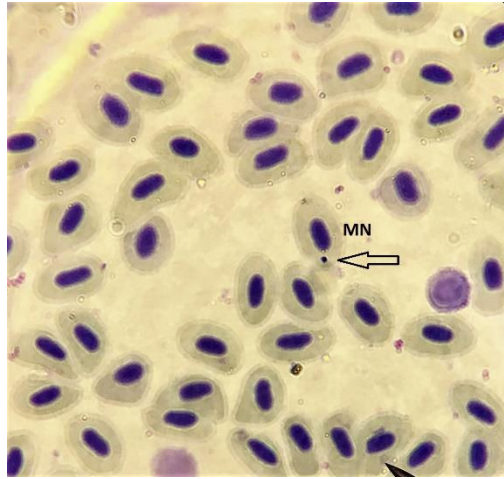
\*Aynı satırda farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.



**Grafik 1.** Deney gruplarında sayılan mikronükleus verileri.

**Tablo 2.** Kontrol ve deney grupları arasında mikronükleus testinden elde edilen sonuçların % olarak karşılaştırılması

Gruplar	Toplam Eritrosit	MN	MN Oranı(%)
<b>Negatif Kontrol</b>	10 000	20	0.20
<b>10 mg/L Akrilamid</b>	10 000	68	0.68
<b>20 mg/L Akrilamid</b>	10 000	115	1.15
<b>30 mg/L Akrilamid</b>	10 000	137	1.37
<b>Pozitif Kontrol</b> (20mg/kg cyclophosphamide) i.p.	10 000	172	1.72

**Şekil 1.** Mikronükleus içeren eritrosit hücresi (x1000).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Çeşitli hayvanlar üzerinde yapılan birçok deneysel çalışmada akrilamidin karsinojen ve mutajen etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur. İnsanlar için akrilamid olası karsinojen ve mutajen olarak bildirilmektedir (Besaratnia ve Pfei, 2005). Dünya Sağlık Örgütü günde ortalama 0.3-0.8 µg/kg dozda akrilamidin alınabildiğini bildirmiştir. İsveç'te yapılan araştırmalarla birlikte diğer faktörler de göz önünde bulundurulduğunda akrilamid alımının bir günde 100 µg'a kadar ulaşabileceği tespit edilmiştir. İnsanlar gıdalar dışında da akrilamide maruz kalabilmektedirler. Ambalaj materyalleri ve kozmetik ürünlerinde de düşük miktarlarda akrilamid bulunmaktadır. Bir sigaranın 1-2 µg akrilamid oluşturduğu dikkate alındığında, sigaranın bu açıdan daha fazla önemli olduğu açıkça söylenebilir (Von Mühlendahl ve Otto, 2003; Burdurlu ve Karadeniz, 2006).

Mikronükleus test sistemi yaygın, hızlı ve hassas olarak kullanılan genotoksik testlerden biridir (Ali et al., 2009). Günümüzde kullanılan birçok genotoksik test arasında mikronükleus test sistemi balık türleri için uygun olduğundan diğer testlere nazaran daha çok tercih edilmektedir. Mikronükleus testi klastojenik ve anojenik etkileri incelediğinden, bileşiklerin birçoğunun genotoksitesinin incelenmesine olanak sağlamaktadır. Farklı genotoksik bileşiklere maruz kalan balıkların hücrelerinde mikronükleus sayısında artış olduğu, hem laboratuvar şartlarında hem de doğal ortamlarda ortaya koyulmuştur (Al-Sabti ve Metcalfe, 1995; Cavas et al., 2005).

Bilindiği gibi balıkların eritrositleri çekirdek taşımaktadır. Bu nedenle mikronükleus gözlenmesi daha kolay ve pratiktir. Mikronükleus, kromozom

ya da kromozomal fragmentlerin mitoz bölünme esnasında sentromerlerini kaybedip nukleusa katılmayarak ayrı bir çekirdek grubu oluşturması durumudur.

Al-Sabti ve Hardig (1990), tekstil sanayinde kullanılan boyaların balıklar üzerinde mikronukleus etkisini araştırmışlardır. 3, 6 ve 9 gün boyunca maddeye maruz bırakılan balıkların hücrelerinde mikronukleus frekansında artışlar olduğunu bildirmişlerdir (Al-Sabti ve Hardig, 1990).

Tan ve arkadaşları 5, 10 ve 20 mg/L dozdaki akrilamidin *Carassius auratus* cinsi balıklarda periferik kan hücrelerinde sitogenetik etkilerine bakmışlardır. Akrilamidin verilen dozlarda toksikasyon oluşturduğunu ve doza bağlı olarak mikronukleus değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir (Tan et al., 2013).

Mikronukleus testi canlılarda, su kirleticilerinin sebep olduğu genotoksisitenin belirlenmesinde kullanılan popüler testlerdendir (Bolognesi et al., 2006; Tlili et al., 2010; Tan et al., 2013; Önen ve İşisag Üçüncü, 2015).

Aktif olarak bölünebilen dokularda mikronukleus frekansı klastojenik veya anojenik etkinin bir belirteçidir (Baršiene et al., 2006).

Çalışmamızda; akrilamidin *Capoeta capoeta*'nın periferik eritrositlerinde mikronukleus frekansını artırdığı saptandı. Çalışma sonuçlarımız diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Taubert et al., 2006; Von Tungeln et al., 2009; Yener ve Dikmenli, 2009).

Yapılan bir çalışmada akrilamidin ana metaboliti olarak kabul edilen glisidamitin akrilamitten ziyade daha fazla genotoksik etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Martins et al., 2007).

Gavaj yolu ile farelere verilen akrilamidin mikronukleus sıklığını artırdığı ve istatistiksel olarak da bu artışın anlamlı bulunduğu rapor edilmiştir (Yang et al., 2005).

Mikronukleus testi kullanılarak yapılan bir çok çalışma ile akrilamidin genotoksik bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir (Paulsson et al., 2002).

Akrilamid poliakrilamid monomeri olarak, kağıt üretiminde, kozmetik ürünlerin bileşiminde ve

moleküler biyoloji laboratuvarında kullanılmaktadır (Manière et al., 2005).

Son zamanlarda akrilamid karbonhidratça zengin gıdaların yüksek sıcaklıkta pişirilmesi sırasında kendiliğinden oluştuğu ortaya konulmuştur (Stadler et al., 2002).

Kendiliğinden oluşan akrilamidin gıdalarla birlikte çeşitli oranlarda vücuda alınıyor olması akrilamide olan ilgiyi artırmış ve çeşitli çalışmalar başlatılmıştır. İstatistiksel analizler sonucunda; akrilamid uygulanan *Capoeta capoeta* türü deney grubundaki tüm deneme gruplarında genotoksik hasar meydana geldiği, uygulanan akrilamidin doza bağlı olarak mikronukleus frekansında artışa sebep olduğu, bu artışın da akrilamidin toksik etkisinden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

## 5. Teşekkür

Bu çalışma Kafkas Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2015-FM-52).

## 6. Kaynaklar

**Ali D, Nagpure N, Kumar S, Kumar R, Kushwaha B, Lakra W 2009.** Assessment of genotoxic and mutagenic effects of chlorpyrifos in freshwater fish *Channa punctatus* (Bloch) using micronucleus assay and alkaline single-cell gel electrophoresis. *Food Chem Toxicol*, 47: 650–656.

**Al-Sabti K, Hardig J 1990.** Micronucleus test in fish for monitoring the genotoxic effects of industrial waste products in the Baltic Sea, Sweden. *Comp Biochem Physiol C*, 97(1): 79–182.

**Al-Sabti K, Metcalfe CD 1995.** Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. *Mutat Res*, 43: 121–135.

**Baršiene J, Dedonyte V, Rybakovas A, Andreikenaite L, Andersen OK 2006.** Investigation of micronuclei and other nuclear abnormalities in peripheral blood and kidney of marine fish treated with crude oil. *Aquatic Toxicol*, 78(1): 99-104.

**Besaratinia A, Pfeifer GP 2005.** DNA adduction and mutagenic properties of acrylamide. *J Mutat Res*, 580(1-2): 31-40.

**Bolognesi C, Perrone E, Roggieri B, Pampanin DM, Sciutto A 2006.** Assessment of micronuclei induction in peripheral erythrocytes of fish exposed to xenobiotics under controlled conditions. *Aquatic Toxicol*, 78: 93–98.

**Burdurlu HS, Karadeniz F 2006.** Gıdalarda akrilamid oluşumu ve önemi. *Türk 9. Gıda Kongr.*, Bolu.

**Cavas T, Garanko NN, Arkhipchuk VV 2005.** Induction of micronuclei and binuclei in blood, gill and liver cells of fishes subchronically exposed to 68 cadmium chloride and copper sulphate. *Food Chem Toxicol*, 43: 569-574.

**Claeys WL, Vleeschouwer KD, Hendrickx ME 2005.** Quantifying the formation of carcinogens during food processing acrylamide. *J Food Sci and Tech*, 16(1): 181-193.

**Deguchi Y, Toyozumi T, Masuda S, Yasuhara A, Mohri S, Yamada M, Inoue Y, Kinae N 2007.** Evaluation of mutagenic activities of leachates in landfill sites by micronucleus test and comet assay using goldfish. *Mutat Res*, 627: 178-185.

**Doğan A 2016.** Veteriner Toksikoloji. Eser Basım Yayın Dağıtım Matbaacılık Saraybosna Cad., Altunalem Sitesi D Blok No: 69/B, Yakutiye-Erzurum, 694 s.

**FAO/WHO 2002.** Acrylamide in food network. Acrylamide Infonet. <http://www.acrylamide-food.org/index.htm>, Erişim tarihi: 206.11.2016.).

**IARC (International Agency for Research on Cancer) 1997.** IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Some Industrial Chemicals, Geneva, Switzerland, 60: 389-433.

**Manière I, Godard T, Doerge DR, Churchwell MI, Guffroy M, Laurentie M, Poul JM 2005.** DNA damage and DNA adduct formation in rat tissues following oral administration of acrylamide. *Mutat Res*, 580(1-2): 119-29.

**Martins C, Oliveira NG, Pingarilho M, da Costa GG, Martins V, Marques MM, Beland FA, Churchwell MI, Doerge DR, Rueff J, Gaspar JF 2007.** Cytogenetic damage induced by acrylamide and glycidamide in mammalian cells: correlation

with specific glycidamide-DNA adducts. *Toxicol Sci*, 95(2): 383-390.

**Matsumoto ST, Mantovani MS, Malagutti MIA, Dias AL, Fonseca IC, Marin-Morales MA 2006.** Genotoxicity and mutagenicity of water contaminated with tannery effluents, as evaluated by the micronucleus test and comet assay using the fish *Oreochromis niloticus* and chromosome aberrations in onion root tips. *Genet Mol Biol*, 29(1): 148-158.

**Önen Ö, İşısağ Üçüncü S 2015.** Ham petrolün suda çözünebilen kısımlarının *Poecilia sphenops*'ta meydana getirdiği genotoksik etkiler, *Kafkas Üniv Fen Bil Enst Derg*, 8(2): 34-43.

**Paulsson B, Grawe J, Törnqvist M 2002.** Hemoglobin adducts and micronucleus frequencies in mouse and rat after acrylamide or Nmethylolacrylamide treatment. *Mut Res*, 516: 101-111.

**Schmid W 1975.** The micronucleus test. *Mutat Res*, 31: 9-15.

**Stadler RH, Blank I, Verga N, Robert F, Han J, Guy PA, Robert M, Riediker S 2002.** Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*, 419(6906): 449-450.

**Tan D, Li L, Wang S, Wei B, Zhang X, Sun B, Ji S 2013.** The cytogenetic effects of acrylamide on *Carassius auratus* peripherial blood cells. *J Food and Chem Toxicol*, 62: 318-322.

**Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Törnqvist M 2002.** Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J Agri Food Chem*, 50: 4998–5006.

**Taubert D, Glockner R, Muller D, Schomig E 2006.** The garlic ingredient diallyl sulfide inhibits cytochrome P450 2E1 dependent bioactivation of acrylamide to glycidamide. *Toxicol Lett*, 164(1): 1–5.

**Tlili S, Jebali J, Banni M, Haouas Z, Mlayah A, Helal AN, Boussetta H 2010.** Multimarker approach analysis in common carp *Cyprinus carpio* sampled from three freshwater sites. *Environ Monit Assess*, 168: 285–298.

**Tritscher A 2004.** Human health risk assesment of processing-related compounds in food. *J Toxicol Lett*, 149: 177-186.

**Von Mühlendahl KE, Otto M 2003.** Acrylamide: more than just another food toxicant. *J Pediatr*, 162: 447-448.

**Von Tungeln LS, Churchwell MI, Doerge DR, Shaddock JG, McGarrity LJ, Heflich RH, da Costa GG, Marques MM, Beland FA 2009.** DNA adduct formation and induction of micronuclei and mutations in B6C3F1/Tk mice treated neonatally with acrylamide or glycidamide. *Int J Cancer*, 124(9): 2006–2015.

**Yang HJ, Lee SH, Jin Y, Choi JH, Han CH, Lee MH 2005.** Genotoxicity and toxicological effects of acrylamide on reproductive system in male rats. *J Vet Sci*, 6(2): 103-109.

**Yener Y, Dikmenli M 2009.** Increased micronucleus frequency in rat bone marrow after acrylamide treatment. *Food Chem Toxicol*, 47: 2120–2123.

**Zhang Y, Dong Y, Ren Y, Zhang Y 2006.** Rapid determination of acrylamide contaminat in conventional fried foods by gas chromatography with electron capture detector. *J Chromatogr A*, 1116 (1-2): 209-216.

## Ham Petrolün Safra Kesesi ve Bağırsak Histolojisi Üzerine Etkileri

Özlem ÖNEN<sup>1,\*</sup>, Tuba GÖKKUŞ ÇELİK<sup>2</sup>, Özge GÜNDÜZ GÖKALP<sup>3</sup>, Sema İŞİSAĞ ÜÇÜNCÜ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kars

<sup>2</sup> Namık Kemal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Tekirdağ

<sup>3</sup> Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İzmir

Yayın Kodu (Article Code): 9-1A-12

**Özet:** Başlıca zehirsizleştirme organı olarak karaciğer, önceki çalışmalarımızda ortaya konduğu üzere ham petrolün suda çözünebilir kısımlarından ciddi ölçüde etkilenmektedir. Bu çalışmada karaciğerdeki hasarın safra kesesi ve bağırsak histolojisi üzerindeki yansımalarının ortaya konması amaçlanmıştır.

Ham petrolün safra kesesi ve bağırsak histolojisi üzerindeki etkilerini ortaya koymak için *Xiphophorus helleri* (kılıçkuyruk) örnekleri, %40 konsantrasyondaki ham petrolün suda çözünebilir kısımlarına dört farklı etki süresince (24, 48, 72, 96 saat) maruz bırakılmış ve histolojik değişiklikler belirtilmiştir.

Tunica adventisya ile örtülü safra kesesi mukozasında yer yer vakuol oluşumları ve hemoraji saptanmıştır. Lümene bakan silindirik epitel tabakasında deskuamasyon, mukus hücrelerinde belirgin hiperplazi ve mikrovilluslu hücrelerde dejenerasyonlar izlenmiştir. Maruziyet süresi artışına paralel olarak tüm doku bozuklukları artmaktadır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, ham petrole maruz bırakılan örneklerin bağırsaklarında göze çarpan ülserasyon, deskuamasyon, lenfosit infiltrasyonu ve nekroz gibi ciddi histolojik değişimler not edilmiştir. Ham petrolün suda çözünebilir kısımlarının her iki dokuda da beklenildiği üzere önemli ölçüde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Ham petrol, *Xiphophorus helleri*, safra kesesi, bağırsak, histopatoloji.

## The Effects of Crude Oil on Gall Bladder and Intestinal Histology

**Abstract:** As the main poisoning organ, the liver is seriously affected by the water-soluble parts of crude oil as demonstrated in our previous studies. In this study, it was aimed to reveal the reflections of liver damage on gall bladder and intestinal histology.

To reveal the effects of crude oil on gall bladder and intestinal histology, the specimens of *Xiphophorus helleri* were exposed to 40% concentration of water soluble fractions of crude oil for different periods (24,48,72 and 96 hours), and then the histological alterations were subjected.

It was detected vacuolizations and haemorrhage in gall bladder mucosa covered by tunica adventitia in some places. Desquamation in the luminal-facing cylindrical epithelial layer, significant hyperplasia in mucous cells and degenerations in the cells with microvilli was observed. All tissue damages raised in parallel with increasing exposure time. Compared with the control group, severe histological changes such as marked ulceration, desquamation, lymphocyte infiltration and necrosis were noted in the intestines of the specimens which were exposed to crude oil. It has been concluded that water soluble fractions of crude oil are significantly effective in both tissues as expected.

**Keywords:** Crude oil, *Xiphophorus helleri*, gall bladder, intestine, histopathology.

\*(Corresponding author) e-mail: onenozlem@gmail.com



## Giriş

Su kaynaklarına karışan ham petrol besin zinciri uzantısında insana kadar tüm canlıları etkiler (Sunmonu ve Oloyede, 2007; Mishra ve Mohanty, 2008; Diamanti-Kandarakis et al., 2009; Ober, 2016; Edema, 2012; El-Ebiary et al., 2013; Olobudun ve Eriyamremu, 2013; Konne ve Etori, 2013; Reddy ve Rawat, 2013; Tang et al., 2013; Perhar ve Arhonditsis, 2014; Maung-Douglass et al., 2015; Schwindt, 2015; Kaptaner et al., 2016). Balıklar, sucul ekosistemlerde sağlık ve sürekliliğin belirlenmesinde en çok kullanılan organizmalardır (Gerhard, 2007; Ganiyat, 2008; Segner, 2009; Ankley et al., 2010; Hylland et al., 2012; El-Sayed et al., 2014; Dai et al., 2014; Silva et al., 2014; Agbohessi et al., 2015; Senthilkumaran, 2015; Martyniuk et al., 2016; Rostam ve Soltani, 2016) ve toksik maddelerin başlıca zehirsizleştirme merkezi, bütün omurgalılardaki gibi balıklarda da karaciğerdir (van Dyk et al., 2007; Hinton et al., 2008; Kolbaşı Tekkan et al., 2009; Mir et al., 2011; Üreten ve İşisağ Üçüncü, 2013; Dorcas ve Solomon, 2014; Ramos et al., 2014; Ullah et al., 2015; Dey ve Saha, 2016).

Bu çalışmada ham petrolün, çok iyi tanınan bir akvaryum balığı olan *Xiphophorus helleri* (kılıçkuyruk) karaciğer dokusunda kaçınılmaz olarak oluşturduğu etkilerin, safra kesesi ve bağırsak histolojisi üzerindeki yansımaları araştırıldı, çünkü karaciğere ilişkin çok fazla sayıda rapor olmasına karşın, ikincil düzeyde etkilenmesi beklenen safra kesesi ve bağırsak hakkındaki çalışmalar çok sınırlıdır.

## Materyal ve Metot

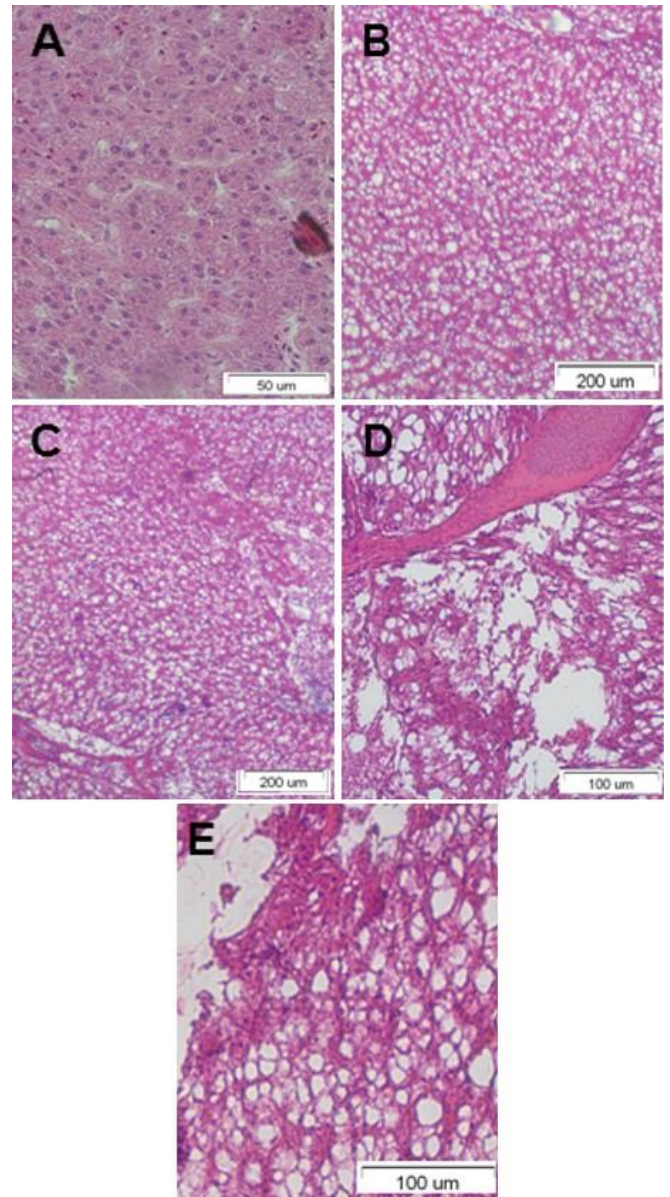
Bu çalışma Ege Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 2008-49 sayılı onayı ile gerçekleştirilmiştir.

Ticari akvaryumculardan alınan  $10 \pm 2$  cm boyundaki 40 adet *X. helleri* örneği 10L hacmindeki cam akvaryumlarda 15 gün süreyle,  $24 \pm 2$  °C su sıcaklığında; 12L/12D fotoperiyotta ve ticari yemle (Sera-San) günde bir kez beslenerek laboratuvar ortamına alıştırdı. Rastgele seçilen onarlı gruplar halinde; hiçbir uygulama yapılmayan bir kontrol grubu ile dört deneme grubuna ayrıldı. Deneme grupları %40 konsantrasyonda ham petrolün suda çözünebilir kısımlarına sırasıyla 24, 48, 72 ve 96 saat süreyle maruz bırakıldı. Deneme süreleri sonunda tüm balıklar MS222 ile uyuşturularak çıkartılan doku örnekleri Bouin

sıvısında fikse edildi, parafin bloklara gömüldü ve 5-7  $\mu$  kalınlığındaki kesitler Mayer's Hematoksilen-Eosin (HE) yöntemiyle boyanıp Olympus CX31 ışık mikroskobu ile incelenerek fotoğrafları çekildi.

## Bulgular

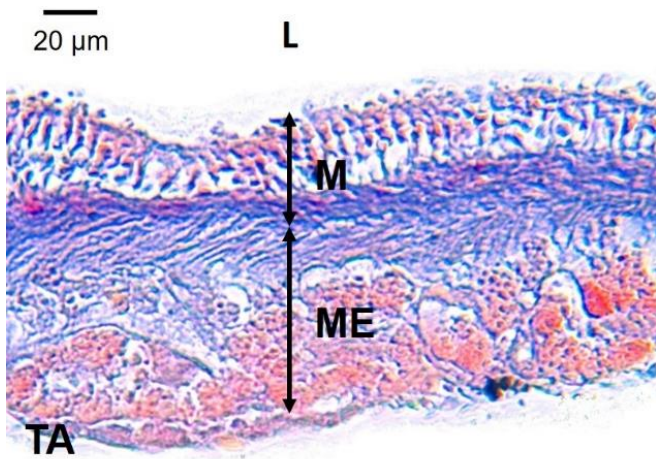
Deneme ve kontrol gruplarında hiçbir ölüm vakası ve herhangi bir davranış değişimi gözlemlenmedi. Daha önce aynı balık türünü, aynı süre ve konsantrasyonlarda ham petrol çözeltisine maruz bırakarak yaptığımız araştırmalar, karaciğer dokusunda yağlanma ve nekrozla yaygın ve ciddi boyutta doku hasarını (Şekil 1A-E) işaret etmekteydi (İşisağ Üçüncü et al., 2008).



**Şekil 1.** *X. hellerii* karaciğer histolojisi. A, Kontrol grubu, B-E. %40 konsantrasyonda HPS maruziyeti, B. 24 saat, C. 48 saat, D. 72 saat, E. 96 saat, HE (İşisağ Üçüncü et al., 2008).

### Safra Kesesi

Kontrol grubu safra kesesinde, lümeden dış doğru mukoza, muskularis eksterna ve en dışta da tunika adventisya tabakaları kontrol grubunda gözlemlendi. Çalışmada kullanılan balık türünün boyutları çok küçük olduğundan ve safra kesesi de oldukça ince yapılı olması sebebiyle mukozada muskularis mukoza ve submukoza tabakası ayırt edilemedi. Mukoza epitelinde hücre sınırları belirgin şekilde gözlemlenemedi. Muskularis eksterna tabakasının, dıştan tunica adventisya tabakasıyla kuşatılmış olduğu görüldü (Şekil 2).



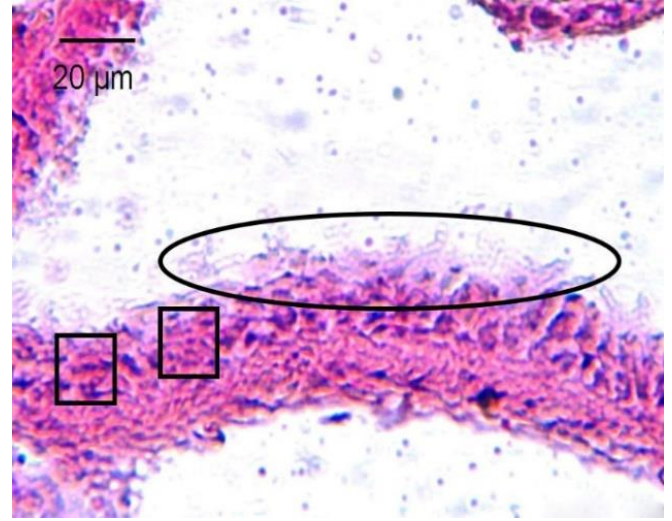
**Şekil 2.** *X. hellerii* kontrol grubu, safra kesesi histolojisi. L: lümen, M: mukoza, ME: muskularis eksterna, TA: tunica adventisya (HE).

24 saatlik uygulama sonrasında mukozada yer yer vakuol oluşumları izlendi (Şekil 3).



**Şekil 3.** *X. hellerii* deneme grubu (24 saat), safra kesesi histolojisi. V: vakuolizasyon (HE).

48 saat sonrasında süre artışına paralel olarak dokudaki genel bozulmanın arttığı not edildi, epitel tabakasında ülserasyon ile hemoraji görüldü (Şekil 4).



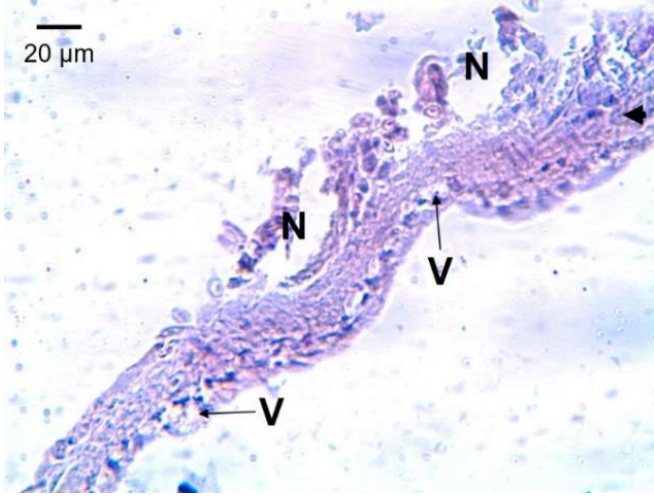
**Şekil 4.** *X. hellerii* deneme grubu (48 saat), safra kesesi histolojisi. Elips: ülserasyon, kare içerisinde: hemoraji (HE).

72 saat sonunda doku nekrotik oluşumlarla neredeyse parçalanmış haldeydi (Şekil 5).



**Şekil 5.** *X. hellerii* deneme grubu (72 saat), safra kesesi histolojisi. N: nekroz (HE).

96 saatlik uygulamada safra kesesi duvarı incelmışti, epitelde nekrotik alanlarla karakterize edilen çok yaygın dejenerasyon, lenfositik infiltrasyon ve muskularis eksternada çok sayıda vakuol oluşumu belirgindi (Şekil 6).

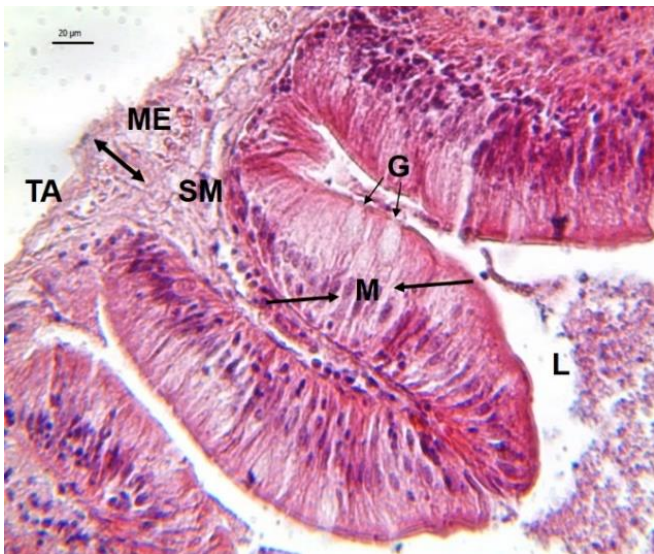


**Şekil 6.** *X. hellerii* deneme grubu (96 saat), safra kesesi histolojisi. N: nekroz, ok başı: infiltrasyon, V: vakuolizasyon (HE).

Kontrol grubuyla kıyaslandığında, ham petrole maruz kalan balıkların safra kesesinde göze çarpan ülserasyon, deskuamasyon, lenfosit infiltrasyonu ve nekroz gibi önemli histolojik değişiklikler görüldü.

### **Bağırsak**

Kontrol grubu örneklerinde lümeden dışı doğru mukoza, submukoza, muskularis externa ve tunika adventisya tabakalarına ayrımı belirgin olarak görüldü ve silindirik epitel hücreleri arasında çok sayıda Goblet hücresi tipik biçimde izlendi. Mukoza tabakasının lümeneye bakan yüzünde villusların yüzeyindeki siller belirgin olarak görüldü (Şekil 7).



**Şekil 7.** *X. hellerii* kontrol grubu, bağırsak histolojisi. L: lümen, G: goblet hücresi, M: mukoza, SM: submukoza, ME: muskularis eksterna, TA: tunika adventisya (HE).

24 saatlik uygulama sonunda lümeninde yaygın mukus salgısı izlendi (Şekil 8).



**Şekil 8.** *X. hellerii* deneme grubu (24 saat), bağırsak histolojisi. L: lümen, M: mukus salgısı (HE).

48 saatte mukoza epitelinde vakuollerin ynisıra yer yer nekroz oluştuğu görüldü (Şekil 9).



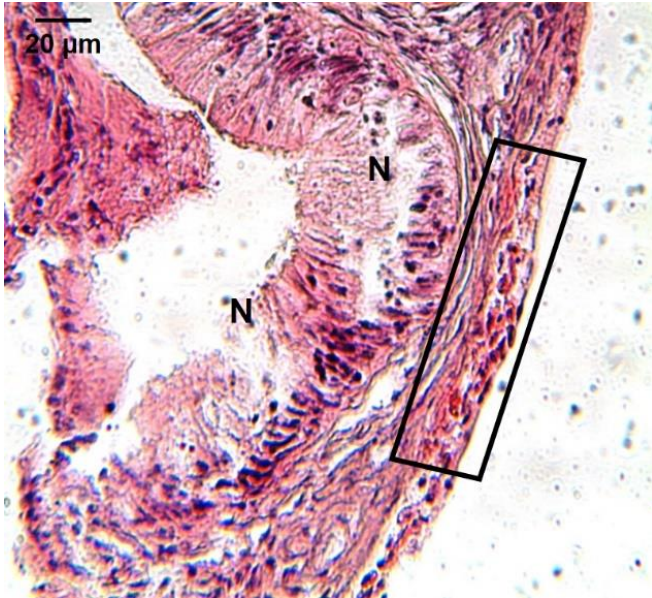
**Şekil 9.** *X. hellerii* deneme grubu (48 saat), bağırsak histolojisi. V: vakuolizasyon, N: nekroz (HE).

72 saate fırça kenarda düzensizleşme (ok) gözlemlendi, vakuoller çok belirginleşti (Şekil 10).



**Şekil 10.** *X. hellerii* deneme grubu (72 saat), bağırsak histolojisi. V: vakuolizasyon, ok: fırça kenarda düzensizleşme (HE).

96 saatlik uygulamada muskularis eksternada yaygın hemoraji bulgusunun yanısıra nekrotik alanların çok genişlediği, epitelin yer yer lamina propriadan ayrılmış halde olduğu görüldü. En uzun maruziyet süresi olması bağlamında dokudaki dejenerasyonun tipine ve yayılış miktarına bakılarak histolojik etkinin maksimum boyutta olduğu gözlemlendi (Şekil 11).



**Şekil 11.** *X. hellerii* deneme grubu (96 saat), bağırsak histolojisi. Paralelkenar içerisinde: hemoraji, N: nekroz (HE).

### Tartışma ve Sonuç

Zehirsizleştirme merkezi olarak karaciğerin, ham petrole maruziyet sonucunda yaygın bir doku harabiyetine gidecek biçimde etkilendiği ve bu ciddi etkinin artan kimyasal konsantrasyonu paralelinde belirgin olarak arttığı açıktır.

Buna karşın, balıklarda toksik maddelerin safra kesesinde oluşturabileceği değişimleri histolojik olarak gösteren herhangi bir rapora rastlanmaması, bulgularımızın karşılaştırılmasını olanaksız hale getirmektedir. Bu noktada yalnızca, safra salgısının yapıldığı karaciğerde gözlemlenen yağlanma ve nekrozun, beklenildiği üzere safra kesesini de, konsantrasyona paralel olarak artacak biçimde etkilediği sonucuna varılabilir. Ancak bu sonuç sadece bir ön veridir; safra salgısının miktar ve içeriğinin değerlendirileceği biyokimyasal çalışmalarla mutlaka desteklenmek durumundadır. Bağırsağın absorpsiyon ve sentez işlevleriyle karaciğerin farklı metabolik görevleri birlikte düşünüldüğünde, ham petrol maruziyetinin bağırsağı hem doğrudan, hem de dolaylı olarak etkilemesinde şaşırtıcı bir durum yoktur ve çalışmamızda bağırsak yapısında artan konsantrasyonla birlikte çoğalan çeşitli doku hasarları, önceki raporlarla neredeyse tamamen örtüşmektedir (Aydinalp ve Porca, 2004; Ghosh et al., 2006; Velmurugan et al., 2007; Hustad, 2008; Uçar ve Atamanalp, 2008; Mohamed, 2009; Bayram vd., 2010; Shaikh Omar, 2012; Samanta et al., 2016).

Bulgularımız, safranin sentezlendiği organ olan karaciğerdeki doku hasarına paralel olarak, safra kesesi ve barsakta da çeşitli histopatolojik değişimler olduğunun kanıtı olarak değerlendirilmiştir. Çeşitli kimyasal madde uygulamaları sonucunda safra içeriğinde oluşan değişimlerin saptanabilmesi için ağırlıklı olarak memeliler ve spektrofotometrik yöntemlerle histokimyasal boyama yöntemleri kullanılmaktadır. En ilkel omurgalı grubunu oluşturan balıklarda konuya dair hiçbir rapora rastlanmamış olması, sunulan çalışmaya bir ilk olma özelliği kazandırmaktadır.

Uygulama sonucu izlenen değişimler bütün olarak ele alındığında da, yaygın petrol kirliliğinin önlenmesine yönelik yönetsel düzenlemelerin çevre ve insan sağlığı açısından gerçekten büyük önem taşıdığı sonucu bir kez daha karşımıza çıkar. Çalışmamız, ekosistemin kirlenmesine karşı

etkin olarak savaşılabilmesi için veri tabanlarının artırılması bağlamında değerlendirilmelidir.

## Kaynaklar

**Agbohessi PT, Toko II, Ouédraogo A, Jauniaux T, Mandiki SNM, Kestemont P 2015.** Assessment of the health status of wild fish inhabiting a cotton basin heavily impacted by pesticides in Benin (West Africa). *Science of the Total Environment*, 506–507: 567–584.

**Ankley GT, Jensen KM, Kahl MD, Durhan EJ, Makynen EA, Cavallin JE, Martinovic D, Wehmas LC, Mueller ND, Villeneuve DL 2010.** Use of chemical mixtures to differentiate mechanisms of endocrine action in a small fish model. *Aquatatic Toxicology*, 99: 389–396.

**Aydinalp C, Porca MM 2004.** The effects of pesticides in water resources. *J Central European Agriculture*, 5(1): 5-12.

**Bayram Y, Yılmaz M, Ersan Y, Koç E Baysal A 2010.** Toxic effects of cobalt II chloride on tissue histopathology and serum proteins in *Capoeta capoeta capoeta* (Guldenstaedt 1772). *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16 (Suppl-B): 259-263.

**Dai Y-J, Jia Y-F, Chen N, Bian W-P, Li Q-K, Ma Y-B, Chen Y-L, Pei D-S, 2014.** Zebrafish as a model system to study toxicology. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 33(1): 11-17.

**Dey C, Kumar SS 2016.** Histological Alteration in Different Tissues of Freshwater Teleost *Labeo rohita* (Hamilton) Induced by Lambda-cyhalothrin 5% EC and Marshal (Carbosulfan 25% EC). *Journal of Biology and Today's World*, 5(7): 107-112. doi: 10.15412/J.JBTW.01050701

**Diamanti-Kandarakis E, Bourguignon JP, Giudice LC, Hauser R, Prins GS, Soto AM, Zoeller RT, Gore AC 2009.** Endocrine-disrupting chemicals: an Endocrine Society scientific statement. *Endocrine Reviews*, 30: 293–342. <http://dx.doi.org/10.1210/er.2009-0002>

**Dorcas IK, Solomon RJ 2014.** Calculation Of Liver Function Test In Clarias Gariepinus Collected From Three Commercial Fish Ponds. *Nature and Science*, 12(10): 107-123. ISSN: 1545-0740

**Edema N 2012.** Effects of Crude Oil Contaminated Water on the Environment. In: *Crude Oil Emulsions- Composition Stability and Characterization*. [Manar El-Sayed Abdul-Raouf (Ed.)]. InTech — Open Access Company, 9: 169-180.

**El-Ebiary EH, Wahbi OM, El-Greisy ZA 2013.** Influence of dietary Cadmium on sexual maturity and reproduction of Red Tilapia. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 39: 313–317.

**El-Sayed AT, Abdel-Aziz SH, El-Sayed A-FM, Zeid S 2014.** Structural and functional effects of early exposure to 4-nonylphenol on gonadal development of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): a-histological alterations in ovaries. *Fish Physiology and Biochemistry*, 40: 1509–1519. doi 10.1007/s10695-014-9943-6

**Ganiyat AM 2008.** The toxicological evaluation of sewage effluents and pharmaceuticals with the use of zebrafish as a model organism. Master of Science Programme in Veterinary Medicine for International Students Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Swedish University of Agricultural Sciences, Report No: 71, Uppsala.

**Gerhard GS 2007.** Small laboratory fish as models for aging research. *Ageing Research Reviews*, 6(1): 64–72.

**Ghosh AR, Padmanabha Chakraborti P, Pa S 2006.** Impact of diesel oil effluent in the mucosal surface of the alimentary canal of *Oreochromis nilotica* (Linnaeus): A scanning electron microscopic study. *Journal of Environmental Biology*, 27(1): 129-134.

**Hinton DE, Segner H, Au, DWT, Kullman, SW, Hartman, RC 2008.** Liver toxicity. In: *The Toxicology of Fish*. (Ed. RT Di Giulio, DE Hinton), pp. 328-352, CRC Press Inc, Boca Raton, Florida, 2008.

**Hustad A 2008.** Effects of crude oil contaminated sediment on the early life stages of lumpsucker (*Cyclopterus lumpus* L.). Master Thesis in Biology. Department of Aquatic BioSciences, Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø, 47 pp.

**Hylland K, Feist S, Thain J, Förlin L 2012.** Molecular and Cellular Process and Health of the

Individual. Chapter 4. In: Effects of Pollution on Fish: Molecular Effects and Population Responses (ed. AJ Lawrence, KL Hemingway). pp. 368.

**İşisağ Üçüncü S, Önen Ö, Erdağ E 2008.** *Xiphophorus helleri* (Poeciliidae, Teleostei) Karaciğeri Üzerinde Ham Petrolün Suda Çözünebilen Kısımlarının Etkileri. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi (23-27 Haziran 2008), Karadeniz Teknik Üniversitesi-Trabzon, Poster Sunumu, 568.s.

**Kaptaner B, Ertuğrul Kankaya E, Abdulahad Dogan A, Durmuş A 2016.** Alterations in histology and antioxidant defense system in the testes of the lake Van fish (*Alburnus tarichi* Gildenstädt, 1814). *Fish Physiology and Biochemistry*, 40: 1509–1519. doi 10.1007/s10695-014-9943-6

**Kolbaşı Tekkan B, İşisağ Üçüncü S, Önen Ö 2009.** The effects of sodium perchlorate on the liver of Molly Fish (*Poecilia sphenops*, Cyprinidae, Teleostei). *African Journal of Biotechnology*, 8(11): 2640-2644. ISSN 1684–5315

**Konne JL, Edori OS 2013.** Crude Oil Mediated Electrolytes Changes In Bay Scallops After Short Term Exposure. *Journal of Natural Sciences Research*, 3(15): 21-25. ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921 (Online)

**Martyniuk CJ, Doperalski NJ, Feswick A, Prucha MS, Kroll KJ, Barber DS, Denslow ND 2016.** Transcriptional networks associated with the immune system are disrupted by organochlorine pesticides in largemouth bass (*Micropterus salmoides*) ovary. *Aquatic Toxicology*, 177: 405-416.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2016.06.009>

**Maung-Douglass ES, Graham L, Hale C, Sempier S, Swann L, Wilson M 2015.** Oil Spill Science: Responses of Aquatic Animals in the Gulf of Mexico to Oil and Dispersants. GOMSG–G–15-001, pp. 1-8.

**Mir IH, Channa A, Nabi S 2011.** Ultrastructural Analysis of the Liver of the Snow Trout, *Schizothorax urvifrons* Heckel. *International Journal of Zoological Research*, 7: 100-106.

**Mishra AK, Mohanty B 2008.** Histopathological Effects of Hexavalent Chromium in the Ovary of a

Fresh Water Fish, *Channa punctatus* (Bloch). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 80: 507–511. doi 10.1007/s00128-008-9406-9

**Mohamed FAS 2009** Histopathological studies on *Tilapia zillii* and *Solea vulgaris* from lake Qarun, Egypt. *World J Fish & Marine Sci*, 1(1): 29-39.

**Ober HK, 2016.** Effects of oil spills on marine and coastal wildlife. WEC285, one of a series of the Wildlife Ecology and Conservation Department, UF/IFAS Extension. Original publication date May 2010. Revised March 2013. Reviewed March 2016. U.S. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/FILES/UW/UW33000.pdf>

**Olobudun OS, Eriyamremu EG 2013.** Effect of Different Crude Oil Fractions on Growth and Oxidative Stress Parameters of Maize Radicle. *International Journal of Plant & Soil Science*, 2(1): 144-154.

**Perhar G, Arhonditsis GB 2014.** Aquatic ecosystem dynamics following petroleum hydrocarbon perturbations: A review of the current state of knowledge. *Journal of Great Lakes Research*, 40 (Suppl 3): 56–72.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jglr.2014.05.013>

**Ramos AS, Correia AT, Antunes SC, Gonçalves F, Nunes B 2014.** Effect of acetaminophen exposure in *Oncorhynchus mykiss* gills and liver: Detoxification mechanism, oxidative defence system and peroxidative damage. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 37: 1221-1228.

**Reddy PB, Rawat SS 2013.** Assessment of Aquatic Pollution Using Histopathology in Fish as a Protocol. *International Research Journal of Environment Sciences*, 2(8): 79-82. ISSN: 2319-1414

**Rostam HAK, Soltani M 2016.** The effect of chronic crude oil exposure on some hematological and biochemical parameters of juvenile Beluga (*Huso huso* Linnaeus, 1758). *International Journal of Aquatic Science*, 7(2): 73-86. ISSN: 2008-8019

**Samanta P, Pal S, Mukherjee AK, Senapati T, Kole D, Ghosh AR 2016.** Gastrointestinal Pathology in Freshwater Fish, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) Under Almix Exposure. *J*

*Environ Anal Toxicol*, 6: 399. doi: 10.4172/2161-0525.1000399

**Schwindt AR 2015.** Parental effects of endocrine disrupting compounds in aquatic wildlife: Is there evidence of transgenerational inheritance? *General and Comparative Endocrinology*, 219: 152–164.

**Segner H 2009.** Zebrafish (*Danio rerio*) as a model organism for investigating endocrine disruption. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 149: 187–195.

**Senthilkumaran B 2015.** Pesticide- and sex steroid analogue-induced endocrine disruption differentially targets hypothalamo–hypophyseal–gonadal system during gametogenesis in teleosts – A review. *General and Comparative Endocrinology*, 219: 136–142.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ygcen.2015.01.010>

**Shaikh Omar AM 2012.** Histopathological Responses of the Intestinal Tissue of Lignose Emperor *Lethrinus elongates* to Crude Oil Exposure. *Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology*, 1(9): 211–214, ISSN: 2315-5140

<http://garj.org/garjest/index.htm>

**Silva IAL, Cox CJ, Leite RB, M.L. ML, Conceição N 2014.** Evolutionary conservation of TFIID subunits: Implications for the use of zebrafish as a model to study TFIID function and regulation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 172–173: 9–20.

**Sunmonu TO, Oloyede OB 2007.** Biochemical assessment of the effects of crude oil contaminated catfish (*Clarias gariepinus*) on the hepatocytes and performance of rat. *African Journal of Biochemistry Research*, (5): 83–89.

**Tang JX, Li JR, Liu ZL, Zhao H, Tao XM, Cheng ZS 2013.** Effects of Zn<sup>2+</sup> and Cu<sup>2+</sup> on loach ovaries and ova development. *Zoological Research*, 34(E4–5): E135–E139.

**Uçar A, Atamanalp M 2008.** Balıklarda toksikopatolojik lezyonlar I. *Atatürk Üniv Zir Fak Derg*, 39(2): 255–261.

**Ullah R, Zuberi A, Naeem M, Ullah S 2015.** Toxicity to hematology and morphology of liver, brain and gills during acute exposure of Mahseer (*Tor putitora*) to cypermethrin. *International Journal of Agriculture & Biology*, 17: 199–204.

**Üreten M, İşısağ Üçüncü S 2013.** Dioktil adipat (DOA)'ın *Sparus aurata* (Çipura) karaciğer ve solungaç histolojisi üzerine etkileri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 30(3): 115–122. doi: 10.12714/egejfas.2012.30.03.05

**van Dyk JC, Pieterse GM, van Vuren JHJ 2007** Histological changes in the liver of *Oreochromis mossambicus* (Cichlidae) after exposure to cadmium and zinc. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 66: 432–440.

**Velmurugan B, Selvanayagam M, Cengiz EI, Unlu E 2007.** The effects of fenvalerate on different tissues of freshwater fish *Cirrhinus mrigala*. *J Environ Sci Heal B*, 42: 157–163

## DERGİ YAZIM KURALLARI

Kafkas Üniv. Fen Bilimler Dergisi, Fen Bilimleri alanında Türkçe ve İngilizce olarak araştırma makaleleri, araştırma notları, derleme ve gözleme dayalı çalışmaları yayınlamaktadır. Özet, Türkçe ve İngilizce olmalıdır. Araştırma Makaleleri bilimin çeşitli alanlarında önemli özgün araştırmaları temsil ediyor olmalıdır. Araştırma Notları ve gözlem çalışmaları bir ön doğa çalışması veya yeni kayıtları kapsayan konuların kısa sunuşları olmalıdır. Editör bir makalenin kısa bir haber olması gerektiğine karar verme hakkına sahiptir. Editöre mektuplar dergide yayınlanan makaleler hakkında diğer bilim adamlarının görüşlerini yansıtmaktadır. Editör enson gelişmelerin olduğu özel ilgi alanlarını göz önünde tutan inceleme makalelerini de kabul edebilir.

Yazılan metin kurallara uygun değilse veya derginin amacı dışında ise hakemlerin incelemesi olmadan reddedilebilir.

Tüm yazılar dergiye ekteki talimatlarda bulunan Telif Devir Hakkı Formu ile birlikte gönderilmelidir. Bu formun tüm yazar/yazarlar tarafından doldurularak ve imzalanarak, yazılan metin ile birlikte gönderilmesi zorunludur.

Başkasına ait fikirlerin veya sözcüklerin kullanılması durumunda kullanılan objenin orijinal haliyle veya uygun referans verilmeden değiştirilerek kullanılması intihal olarak kabul edilir ve tolere edilmez. Alıntılara referans verilmiş olsa bile eğer kelimeler başkasının çalışmasından alınmışsa ve tırnak işareti (“ ”) içinde yazılmamışsa yazar hala intihal suçu işlemiş sayılır.

Yazılan metinler beyaz standart A4 kâğıdına (210 x 297 mm) 12 punto ile çift aralıklı ve kâğıda tek taraflı olarak daktilo yazısı ile yazılmalıdır. Yazarlar bildirin orjinal araştırma makalesi, araştırma notları, derleme, gözleme dayalı not veya Editöre bir mektup olup olmadığını belirtmelidirler. **Dergiye gönderilen makalelerden doğabilecek her türlü sorumluluk yazarlara aittir.**

Dergimizde Türkçe ve İngilizce metinler yayınlanabilir. Ancak, metin İngilizce yazılmış ise Türkçe özet, Türkçe yazılmış ise İngilizce abstract olmalıdır.

Anadili İngilizce olmayan yazarların İngilizce metin sunmaları durumunda, şayet İngilizcesi yeterli değilse, İngilizcesi akıcı olan birine eserlerini incelettirmeleri tavsiye edilir. İngilizce metinde kesinlikle argo kullanılmamalıdır. Pasif tens ve tekrarlanan uzun cümle kullanılmasından kaçınılmalıdır. Eserin bilgisayar ve dilbilgisi yazım kurallarına uygun olmalıdır.

Türkçe metinlerde, Türkçe yazım kurallarına uyulmalıdır. Bütün kısaltmalar ve akronimler ilk belirttikleri yerde tanımlanmalıdır. Okuyucunun daha kolay anlaması açısından kısaltmalar az kullanılmalıdır. Örneğin, et al. in situ, in vitro or in vivo gibi Latin terimleri italik yazılmamalıdır.

Derece sembolü (°) (Microsoft word da Ekle menüsündeki sembol listesi) kullanılmalı ve “o” veya “0” numarası üst simge olarak kullanılmamalıdır. **Çarpma sembolü küçük “x” harf gibi değil (x) olarak kullanılmalıdır.** Sayı ve matematiksel semboller (+, -, x, =, <, >), sayı ve birimler (örneğin 3 kg) arasına boşluklar konulmalı, sayı ve yüzdelik semboller (örneğin, %45) arasına boşluk konulmamalıdır.

Hakemlerin, tavsiye edilen düzeltmelerinden sonra eser yayın için kabul edildiğinde yazarların ek bir düzeltme yapmalarına izin verilmez.

**Not:** Metin yayınlanmadan önce ilk çıktılar düzeltilmek üzere yazarlara gönderilir. **Cilt: 4, Sayı: 1’den itibaren dergimizin sayıları elektronik olarak basılacağından yazarlardan herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Yazarlarımız makale çıktılarını dergi web adresinden edinebilirler.** Son baskılarda yapılan hatalar ve ihmallerin yanlış-doğru şeklinde düzeltilmiş halleri bir sonraki sayıda belirtilecektir.



**Başlık**

Başlık kısa, bilgi verici olmalı ve ayrı bir sayfaya yazılmalıdır (örneğin, A Preliminary Study of the Food of the Dwarf Snake, *Eirenis modestus* (Martin, 1838) (Serpentes: Colubridae), in İzmir and Manisa Provinces). Başlık sayfası şunları içermelidir: a) eserin adı, b) yazar veya yazarların isimleri c) araştırmanın yapıldığı enstitü, laboratuvar ve üniversitenin adı ve adresi.

**Özet**

Kısa olmalı (150 kelimeyi geçmemeli), fakat elde edilen sonuçlar, metodoloji ve amaç hakkında açık bilgi vermelidir. Özet ve başlık hem İngilizce hem de Türkçe olarak verilmelidir. Anahtar sözcükler (Key words) özeti altında olmalı ve en fazla 3-10 kelime olmalıdır.

**3. Bölümler ve alt bölümler:**

Ana bölümler: Giriş, Materyal ve Metot, Sonuç, Tartışma ve Sonuçlar sıralı olarak verilmelidir. Örneğin; Giriş, Materyal ve Metot, Sonuç, Tartışma ve Sonuç şeklinde, alt bölümler ise 1,2,3,4 şeklinde olmalıdır.

**Kaynaklar**

Kaynaklar metnin içinde yazarların soyadına ve yayın yılına göre yazılmalı, örneğin, (Kosswig, 1957) veya (Birand ve Fiengun, 1989). Alıntılar için yazarlar 2 den fazla ise sadece ilk yazarın ismi ve "et al." ve yıl. Eğer alıntı cümlelerin konusu ise " Sokal et al. (1998) a göre olarak sadece yıl parantez içinde verilmelidir.

Kaynaklar, metin sonunda numaralandırılmaksızın alfabetik olarak listelenmeli. Metindeki yazar isminin yazılışının kaynak listesindeki ile tam olarak aynı olduğundan emin olunması için yazı dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir. Tüm kaynakların doğru olması ile ilgili başlıca sorumluluk yazarlara aittir.

**Kaynaklar aşağıda belirtilen örnekteki gibi yazılmalıdır.****Kaynak bir makale ise**

**Hsuing TS 1931.** The protozoan fauna of the rumen of Chinese sheep. *J Gen Microbiol*, 20: 1-5.

**Bağrıaçık N 2005.** Niğde ili Eumenidae (Hymenoptera) faunası üzerine araştırmalar ve bazı ekolojik gözlemler, *Selçuk Üni Fen Edeb Fak Fen Derg*, 25:43-50

**Kaynak bir kitap ise**

**Mayr E 1969.** Principles of Systematic Zoology, McGraw-Hill Inc., New York.  
Cochran, W.G. and Cox, G.M. 1957. Experimental Designs. John Wiley and Sons, New York.

**Kaynak kitabın bir bölümü ise**

**Kence A and Tarhan S 1997.** Status in Turkey. In: Wild Sheep and Goats and Their Relatives (ed. D.M. Shackleton), IUCN Gland, Switzerland, pp. 134-138.

**Kaynak bir konferans ise**

**Tyler G 1975.** Effect of heavy metal pollution on decomposition and mineralization in forest soils. In: Proceedings of the International Conference on Heavy Metals in the Environment (Eds., B. Nath and J.P. Robinson), Vol. 2 WHO, Toronto, pp. 217-226.

**Kaynak bir tez ise**

**Sezen Z 2000.** Population viability analysis for reintroduction and harvesting of Turkish Mouflon *Ovis gmelini anatolica*, MSc thesis, METU, Ankara, 119 pp. Şeklinde yazılmalıdır.

**5. Tables and Figures Tablolar ve Şekiller**

Tablo içermeyen tüm örnekler (fotoğraflar, çizimler, grafikler vs.) “Şekil” olarak adlandırılmalıdır. Çalışmada her tablo ve şeklin doğru konumu açık bir şekilde gösterilmelidir.

Tüm tablo ve şekiller alt başlıklı ve/ya da açıklamalı olmalı ve numaralandırılmalı (Tablo 1, Şekil 1 vb.). Ancak, sadece bir tablo ya da bir şeklin olduğu durumlarda “Tablo” veya “Şekil” olarak adlandırılmalıdır. Tüm tablo ve şekiller ardı ardına numaralandırılmalı ve metnin sonunda verilmelidir.

Alt yazı, başlık, sütun yazısı ve dipnot içeren şekiller ve tablolar 16 x20 cm’i aşmamalı ve genişliği 8 cm den küçük olmamalıdır. Tablolar her biri ayrı bir kâğıdın üzerine ve çift aralıklı olacak şekilde anlaşılır biçimde çizilmelidir. Yukarıda belirtilen boyutların kullanılması şartıyla, gerektiği takdirde, tablolar bir diğer sayfada devam ettirilebilir. Alt yazı cümle halinde yazılmalıdır ( Örneğin: Çalışma alanlarının haritası).

Resimlerin çözünürlükleri, genişlik 16 cm’ye ayarlandığında 118 piksel/cm’den az olmamalıdır.

Resimler 1200 dpi çözünürlüğünde taratılmalı ve jpeg ya da tiff formatında olmalıdır. Grafik ve diyagramlar genişliği 0,5 ve 1 nokta arasında olan bir hat ile çizilmelidir. Genişliği 0,5 den küçük ve 1 den büyük olan, taranan veya fotokopi olan grafik ve diyagramlar kabul edilmez.

MS Word’den başka bir program ile çizilen grafik ve diyagramlar, boş bir MS Word sayfasına yapıştırılmalı ve ayrı olarak sunulmalıdır. Şekiller MS Word’e dönüştürüldüğünde, resim dosyası formatına (jpeg, tiff, epd, pdf vb.) çevrilmemeli, basit bir şekilde, düzeltilebilen nesne olarak yapıştırılmalıdır.

Grafikler, kullanılan bilgi yazar tarafından gerekli görülmedikçe, 2 boyutta hazırlanmalıdır. Gereksiz yere, 3 boyutlu çizilen grafikler kabul edilmez.

## 7. Address:

Send articles to

[fbedergi@kafkas.edu.tr](mailto:fbedergi@kafkas.edu.tr)

## Makale Son Kontrol

- Makalenizi ve diğer notlarınızı göndermeden önce lütfen aşağıdaki kontrol listesini gözden geçiriniz
- Telif Devir Hakkı Formu bütün yazarlar tarafından doldurulup imzalanıp ekte gönderilmelidir.
- Heceleme ve dilbilgisi kontrolü yapılmalıdır.
- Bütün makale, özet, tablolar, referanslarda dahil olmak üzere, çift aralıklı olmalıdır.
- Kenar boşlukları her taraftan 3 cm olmalıdır.
- Yazı tipinin boyutu 12 punto olmalıdır
- Ondalık sayılar nokta ile gösterilmelidir (örnek: 10.24)
- Yüzdeler işaretleri sayıdan sonra boşluk bırakmadan yazılmalıdır (örnek: 53%)
- Yazar isimleri tam olarak yazılmalıdır (Kısaltma yapılmamalıdır)
- Adres verilmelidir
- İngilizce ve Türkçe başlık verilmelidir
- Başlık, başlık formatında olmalıdır
- İngilizce ve Türkçe anahtar kelimeler verilmelidir
- Orijinal Şekiller eklenmelidir
- Şekiller kurallara göre hazırlanmalıdır
- Şekiller max. 16x20 cm, min 8 cm genişliğinde olmalıdır
- Şekiller sayfada sıralı bir şekilde olmalıdır
- Tablolar max. 16x20 cm, min 8 cm genişliğinde olmalıdır
- Tablolar sayfada sıralı bir şekilde olmalıdır
- Tablo veya Şekil başlıkları cümle formatında olmalıdır
- Referanslar kurala göre yazılmalıdır
- Referanslar alfabetik olarak sıralanmalıdır
- Sayfalar numaralandırılmalıdır

## **INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS (January 2009)**

The Kafkas Univ. J.Sci accepts research articles and research notes in English and Turkish in the field of sciences; abstracts in both Turkish and English are required. Research Articles should present significant original research in various fields of sciences. Research Notes are shorter submissions of a preliminary nature or those including new records, etc. The editor reserves the right to decide that a paper be treated as a Short Communication. Letters to the Editor reflect the opinions of other researchers on the articles published in the Journal. The Editor may also invite review articles concerning recent developments in particular areas of interest.

Manuscripts may be rejected without peer review if they do not comply with the instructions to authors or are beyond the scope of the journal. All manuscripts must be accompanied by the Copyright Release Form, which can be found following the Instructions. This form must be completed and signed by all the authors before processing of the manuscript can begin.

The use of someone else's ideas or words in their original form or slightly changed without a proper citation is considered plagiarism and will not be tolerated. Even if a citation is given, if quotation Marks (“ ”) are not placed around words taken directly from another author's work, the author is still guilty of plagiarism.

Manuscripts must be typewritten on white A4 standard paper (210 x 297 mm) on one side of the page only in 12-point font, double-spaced throughout. Authors must state whether their submission is an original Research Article or a Letter to the Editor. The authors bear full responsibility for their articles.

Manuscripts should be written in English, together with an abstract written in Turkish.

Contributors who are not native Turkish speakers may submit their manuscripts with an abstract written in English only.

Contributors who are not native English speakers are strongly advised to ensure that a colleague fluent in the English language, if none of the authors is so, has reviewed their manuscript.

Concise English without jargon should be used.

Repetitive use of long sentences and passive tense should be avoided.

It is strongly recommended that the text be run through computer spelling and grammar programs.

Spelling should be British or American English and should be consistent throughout.

In general, the journal follows the conventions of Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers, Council of Science Editors, 7th ed., Reston, VA, USA, 2006.

Genellikle, makale geleneksel bilimsel sitili ve formatı takip eder: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers, Council of Science Editors, 7th ed., Reston, VA, USA, 2006.

All abbreviations and acronyms should be defined at first mention.

To facilitate reader comprehension, abbreviations should be used sparingly. Latin terms such as et al., in situ, in vitro, or in vivo should not be italicised.

Degree symbols (°) must be used (from the Symbol list on the Insert menu in Microsoft Word) and not superscript letter “o” or number “0”.

Multiplication symbols must be used (x) and not small “x” letters.

Spaces must be inserted between numbers and units (e.g., 3 kg) and between numbers and mathematical symbols (+, −, ×, =, <, >), but not between numbers and percent symbols (e.g., 45%).

After the manuscript has been accepted for publication, i.e. after referee-recommended revisions are complete, the authors will not be permitted to make any additions.

**Note:** Before publication, the galley proofs are always sent to the authors for correction. Mistakes/omissions that occur due to some negligence on our part during the final printing will be rectified in an errata section in a later issue. However, this does not include those errors left uncorrected by the authors in the galley proofs.

### 1. Title page

Title should be short and informative and written on a separate page in title case (e.g., A Preliminary Study of the Food of the Dwarf Snake, *Eirenis modestus* (Martin, 1838) (Serpentes: Colubridae), in İzmir and Manisa Provinces). Title page must include the following: a) Name of the article, b) Name(s) of the author(s), c) Name and address of the university, laboratory or institute where the research was carried out.

### 2. Abstract

This must be brief (not exceeding 150 words) but give clear information about the objectives, the methodology and the results obtained. The abstract and title must appear in both English and Turkish. Below the abstract, authors must provide 3 to 10 key words.

### 3. Sections and Subsections

The main sections—introduction, materials and methods, results, discussion and conclusion—must be numbered consecutively, i.e., 1. Introduction, 2. Materials...3. etc. and subsections 1.1, 1.2, etc.

### 4. References

References should be cited in the text by the last name(s) of the author(s) and the year of publication, for example, (Kosswig, 1957) or (Birand and fiengun, 1989). For citations with more than 2 authors, only the first author's name should be given, followed by "et al." and the date. If the citation is the subject of a sentence, only the date should be given in parentheses, as in "According to Sokal et al. (1988)".

References should be listed alphabetically at the end of the text without numbering.

The manuscript should be carefully checked to ensure that the spellings of author's names are exactly the same in the text as in the reference list. Authors bear primary responsibility for the accuracy of all references.

References should appear as in the examples provided below:

#### Journal articles

Hsuing, T.S. 1931. The protozoan fauna of the rumen of Chinese sheep. *J. Gen. Microbiol.* 20: 1-5.

Gocmen, B. and Oktem, N. 1999. «İlkembe siliyat» *Entodinium longinucleatum* Dogiel, 1925 (Ciliophora: Entodiniidae)'ün evcil sığırlardaki taksonomik durumu. *Turk. J. Zool.* 23: 465-471.

**Boks** Mayr, E. 1969. *Principles of Systematic Zoology*, McGraw-Hill Inc., New York.

Cochran, W.G. and Cox, G.M. 1957. *Experimental Designs*. John Wiley and Sons, New York.

#### Chapter in Books

Kence, A. and Tarhan, S. 1997. Status in Turkey. In: *Wild Sheep and Goats and Their Relatives* (ed. D.M. Shackleton), IUCN Gland, Switzerland, pp. 134-138.

#### Proceedings

Tyler, G. 1975. Effect of heavy metal pollution on decomposition and mineralization in

forest soils. In: Proceedings of the International Conference on Heavy Metals in the Environment (Eds., B. Nath and J.P. Robinson), Vol. 2 WHO, Toronto, pp. 217-226.

### **Theses**

Sezen, Z. 2000. Population viability analysis for reintroduction and harvesting of Turkish Mouflon *Ovis gmelini anatolica*, MSc thesis, METU, Ankara, 119 pp.

### **5. Tables and Figures**

All illustrations (photographs, drawings, graphs, etc.) not including tables must be labelled "Figure". The correct position of each table and figure must be clearly indicated in the paper.

All tables and figures must have a caption and/or legend and be numbered (e.g., Table 1, Figure 1), unless there is only one table or figure, in which case it should be labelled "Table" or "Figure". All tables and figures must be numbered consecutively and given at the end of the manuscript.

Figures and tables, including captions, titles, column heads, and footnotes, must not exceed 16 x20 cm and should be no smaller than 8 cm in width. Tables must be clearly typed, each on a separate sheet, and double-spaced. Tables may be continued on another sheet if necessary, but the dimensions stated above still apply. Captions must be written in sentence case (e.g., Map of the study area.)

The resolution of images should not be less than 118 pixels/cm when width is set to 16 cm. Images must be scanned at 1200 dpi resolution and submitted in jpeg or tiff format.

Graphs and diagrams must be drawn with a line weight between 0.5 and 1 point. Graphs and diagrams with a line weight less than 0.5 point and more than 1 point are not accepted. Scanned or photocopied graphs and diagrams are not accepted.

Graphs and diagrams drawn in a program other than MS Word should be pasted in a blank MS Word page and submitted separately. When figures are transferred into MS Word, they should not be converted into or exported as image file formats (jpeg, tiff, eps, pdf, etc.), but simply pasted as an editable object.

Charts must be prepared in 2 dimensions unless required by the data used. Charts unnecessarily drawn in 3 dimensions are not accepted.

### **7. Address:**

Send articles to  
fbedergi@kafkas.edu.tr

### **FINAL CHECKLIST**

Before submitting your paper (and other writings as applicable), please make sure that the following requirements have all been met:

- Copyright Release form is enclosed, completed and signed by all authors
- Spell check and grammar check have been performed
- Entire paper is double-spaced (NOT 1.5) including abstract, tables, captions/legends, references
- Margins are 3 cm each side
- Font size is 12 pt
- Decimals are shown by a full stop (e.g., 10.24)
- Percent signs appear without a space after the number (e.g., 53%)
- Names of authors are written in full (not abbreviated)
- Address is given
- English title is given
- Turkish title is given (if possible)
- Title is in title case
- English abstract is given
- Turkish abstract is given (if possible)
- English key words are given
- Turkish key words are given

- Original figures are enclosed
- Figures are prepared according to the instructions
- Figures are max. 16 x20 cm; min. 8 cm wide
- Figures are referred to consecutively in the paper
- Tables are max. 16 x20 cm; min. 8 cm wide
- Tables are referred to consecutively in the paper
- Captions are written in sentence case
- References are typed according to the instructions
- References are listed alphabetically
- All pages are numbered

**TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ**  
Kafkas Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü

Biz aşağıda adı- soyadı ve imzaları bulunan yazarlar (tüm yazarlar tarafından imzalanacaktır)

.....  
.....  
.....

.....türü (orjinal araştırma, derleme, gözlem vb.) makalemizin başka bir dergide yayınlanmadığını veya yayına sunulmadığını, tümü veya bir bölümü yayınlandı ise derginizde yayınlanabilmesi için gerekli iznin alındığını ve yayın içeriği ile ilgili her türlü sorumluluğun bize ait olduğunu garanti ederiz.

Aşağıdaki maddelerde belirtilen haklarımız saklı kalmak kaydı ile makalenin telif hakkını Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Dergisi'ne devrettiğimizi taahhüt ve imza ederiz.

- 1- Telif hakkı dışında kalan patent vb. bütün haklar,
- 2- Yazarların ders, kitap gibi çalışmalarında makaleyi ücret ödemeksizin kullanabilme hakkı,
- 3- Satmamak üzere kendi amaçları için makaleyi çoğaltma.

Adı - Soyadı – İmza Tarih

İlk isim yazarın yazışma adresi :

.....  
.....

Telefon : ..... Fax : .....E-mail : .....@.....

(Form doldurulup imzalandıktan sonra; Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü, KARS adresine yollayınız)





