



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

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

**Cilt: 3**

**Sayı: 1**

**Temmuz 2010**

**Volume: 3**

**Number: 1**

**July 2010**

**ISSN: 1300 - 6037**

Kafkas Üniv. Fen Bil. Enst. Derg (Kafkas Univ.J.Sci.)  
Cilt: 3 Sayı: 1, Temmuz 2010 (Volume: 3 Number: 1 July2010)  
<http://fbedergi.kafkas.edu.tr/kujs>.

#### **Dergi Sahibi/Owner**

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adına  
Prof. Dr. Abdullah DOĞAN  
On behalf of Kafkas University Rectorship,  
Graduate School of Natural and Applied Sciences

#### **Editörler/Editors**

Doc. Dr. Mithat KAYA  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali KIRPIK  
Yrd. Doç.Dr. Muhittin YILMAZ

#### **Yayın Kurulu**

Prof. Dr. Arif BAYSAL Kafkas Üniversitesi  
Prof. Dr. Hacıali NECEFOĞLU Kafkas Üniversitesi  
Prof. Dr. Mevlüt KARABULUT Kafkas Üniversitesi  
Doç. Dr. Mitat KAYA Kafkas Üniversitesi  
Yrd. Doç. Dr. Nizami MUSTAFA Kafkas Üniversitesi  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali KIRPIK Kafkas Üniversitesi  
Yrd.Doç.Dr. Muhittin YILMAZ Kafkas Üniversitesi  
Yrd. Doç. Dr. Zafer OCAK Kafkas Üniversitesi

#### **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.

**Baskı: Alka Matbaası - Ankara**

**Danışma Kurulu  
(Advisor Board)**

Prof. Dr. Abdullah MENZEK Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. Ahmet GÜL İstanbul Üniversitesi İstanbul  
Prof. Dr. Ali Osman SOLAK Ankara Üniversitesi Ankara  
Prof. Dr. Arif DAŞTAN Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. Arif SALİMOV Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. Birgül KARAN Hacettepe Üniversitesi Ankara  
Prof. Dr. David. W. STANLEY Agricultural Research Service USA  
Prof. Dr. Erkut KIVANÇ Ankara Üniversitesi Ankara  
Prof. Dr. Gabil YAGUBOV Kafkas Üniversitesi Kars  
Prof. Dr. Güler SOMER Gazi Üniversitesi Ankara  
Prof. Dr. Halis ÖLMEZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun  
Prof. Dr. Hasan SEÇEN Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. İrfan KÜFREVİOĞLU Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. Kerim KOCA Kırıkkale Üniversitesi Kırıkkale  
Prof. Dr. Metin AKTAŞ Gazi Üniversitesi Ankara  
Prof. Dr. Muhlis ÖZKAN Uludağ Üniversitesi Bursa  
Prof. Dr. Mustafa ALTINBAŞ KTÜ Trabzon  
Prof. Dr. Nihat AKTAÇ Edirne Üniversitesi Edirne  
Prof. Dr. Oktay ASLAN Balıkesir Üniversitesi Balıkesir  
Prof. Dr. Oktay MUHTAROĞLU Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tokat  
Prof. Dr. Orhan ERMAN Fırat Üniversitesi Elazığ  
Prof. Dr. Ö.Faruk ALGUR Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. Ramazan SEVER ODTÜ Ankara  
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. Uğur ÇELİK KTÜ Trabzon  
Prof. Dr. Vaqif FERZELİYEV Azerbaycan Milli Bilimler Akademisi Bakü  
Prof. Dr. Yalçın KÜÇÜK Anadolu Üniversitesi Eskişehir  
Prof. Dr. Yaşar ÖNEL University of Iowa, USA  
Prof. Dr. Yavuz ATAMAN ODTÜ Ankara  
Prof. Dr. Yavuz ONGANER Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. Ahmet ALTINDAG Ankara Üniversitesi Ankara  
Doç. Dr. Halit ORHAN Atatürk Üniversitesi Erzurum  
Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak  
Doç. Dr. Murat ALP Dumlupınar üniversitesi Kütahya  
Doç. Dr. Şerefden AÇIKGÖZ Karaelmas Üniversitesi Zonguldak  
Doç. Dr. Yüksel KELEŞ Mersin Üniversitesi Mersin  
Doç. Dr. Atilla YILDIZ Ankara Üniversitesi Ankara  
Yrd. Doç. Dr. Nagehan ERSOY Haliç Üniversitesi, İstanbul  
Yrd. Doç. Dr. Nizami MUSTAFA Kafkas üniversitesi Kars  
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin KAPLAN Niğde Üniversitesi Niğde  
Asistant Prof. Dr. Greg GOSS University of Alberta Canada, Department of Biological Science  
Assoc. Prof. Antonin LOJEK Academy of Sciences, Czech Republic.  
Pavel HYRSL Masaryk University Czech Republic

*Dizgi (Composition)*  
Grafiker Ahmet KARADAĞ



## İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

<b>Aynalı Sazanlarda (<i>Cyprinus Carpio</i> Linnaeus, 1758) Parazit Enfestasyonlarının Serum Glikoz, Kortizol ve Kan Hemoglobin Düzeylerine Etkileri</b> A. KÜÇÜKGÜL GÜLEÇ, A. ŞAHAN.....	1-8
Effects to Plasma Glucose, Cortisol and Haemoglobin Levels of Parasite Enfestations in Carp ( <i>Cyprinus Carpio</i> Linnaeus, 1758)	
<b>Türkiye Mikrobiotası İçin Yeni Bir Askomiset Kaydı : <i>Roselliniamycophila</i> (<i>Xylariaceae</i>)</b> B. DÜLGER, G. DÜLGER.....	9-12
A New Ascomycete Record for The Mycobiota of Turkey: <i>Roselliniamycophila</i> (Fr.:Fr.) Sacc. ( <i>Xylariaceae</i> )	
<b>Üçgen Biçimli Sinyallerle Modüle Edilmiş Lazer Işıımının İstatiksel Özelliklerinin İncelenmesi</b> G. BİLGİCİ CENGİZ, R. ABDULLAYEV, H. ERTAP.....	13-20
Investigation of Statistical Properties of Laser Radiation Modulated with Triangular Shaped Signals	
<b>Çam Odun Nematodu: <i>Bursaphelenchusxylophilus</i>(Nematoda: Parasitaphelenchidae)</b> M. KARAKAŞ .....	21-32
The Pinewood Nematode: <i>Bursaphelenchusxylophilus</i> (Nematoda: Parasitaphelenchidae)	
<b>Submerged Fermantasyonu ile <i>Bacillus subtilis</i> RSKK96'dan Proteaz Üretimi</b> N. AKCAN, F. UYAR .....	33-38
Protease Production by <i>Bacillus subtilis</i> RSKK96 with Submerged Fermentation	
<b>Yarı İletken Denetimli Tesla Transformatörü</b> S. Sunay GÜRLEYÜK, H. TAŞKIN, Z. SARAÇ .....	39-48
Tesla Transformer Controlled by Semiconductor	
<b>Kapalı Düzgün Eğri Üzerinde Tanımlı Fonksiyonlara Yaklaşım</b> N. MUSTAFA, M. ÇAĞLAR .....	49-58
<b>Kahramanmaraş İli Terellinae (Diptera:Tephritidae) Faunası</b> V. GÖRMEZ, M. KÜTÜK .....	59-66
The Terellinae (Diptera: Tephritidae) Fauna of Kahramanmaraş Province, Turkey	



## Aynalı Sazanlarda (*Cyprinus Carpio* Linnaeus, 1758) Parazit Enfestasyonlarının Serum Glikoz, Kortizol ve Kan Hemoglobin Düzeylerine Etkileri

\*Azime KÜÇÜKGÜL GÜLEÇ<sup>1</sup>, Aysel ŞAHAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tunceli Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Anabilim Dalı, 62000 Tunceli-Türkiye

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Anabilim Dalı, 01330 Adana-Türkiye

**Yayın Kodu (Article Code): 10-1A**

**Özet:** Bu çalışmada, rengi değişmiş, vücut şekli bozuk, davranışları düzensiz ve iştahsız olan aynalı sazanlar (*Cyprinus carpio* L., 1758), parazitolojik yönden incelenmiş, belirlenen parazitlerin kan hemoglobinin, plazma kortizol ve glikoz miktarları üzerine olan etkileri değerlendirildi. Uygulama için 30 adet parazitli ve 30 adet sağlıklı balık kullanılmıştır. Makroskopik olarak saptanan değişiklikler kaydedilmiş, bulunan ektoparazitler toplanarak % 5 formole alınmıştır. Daha sonra laktofenole konularak saydamlaştırılmış, böylece detaylı incelemeleri yapılmıştır. Balıklarda *Argulus* sp (% 20), *Ichthyophthirius multifiliis* (% 33) ve *Dactylogyrus vastator* (% 47) olarak saptanan üç tip parazit saptanmıştır. Parazit ile enfestasyon uygulaması sırasında, makroskopik olarak incelenen balıkların mukus miktarında artış, birtakım davranış bozuklukları ve vücudun farklı bölgelerinde hemorajik odaklar görülmüştür. Elde edilen verilere göre plazma kortizol, glikoz ve kan hemoglobin seviyelerinde önemli artışlar belirlenmiştir. Deneysel amaçlı uygulanan bu stres faktörü, sazanlarda önemli fizyolojik yanıtlar oluştururken, belirtilen stres faktörlerine karşıda istenilen ölçüde cevap alınabilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Cyprinus carpio*, parazit, kortizol, glikoz, hemoglobin

### **Effects to Plasma Glucose, Cortisol and Haemoglobin Levels of Parasite Infestations in Carp (*Cyprinus Carpio* Linnaeus, 1758)**

**Abstract:** In this study, mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) individuals that discolored, distorted and being erratic and a poor its behaviors, parasitological aspects were examined and the effects on blood hemoglobin, plasma cortisol and glucose, of were assessed. In application, 30 parasited and 30 healthy fish was used. Macroscopically detected changes were recorded founded ectoparasites were collected and taken in 5 % formalin. Then put the transparent lactophenole customized, so that detailed studies are carried out. Individual fish in *Argulus* sp (20 %), *Ichthyophthirius multifiliis* (33 %) and *Dactylogyrus vastator* (47 %) identified as three types of parasites were found. In the application of infestation through parasites, an increase in the mucus amounts of the fish which was investigated through microscope, behavioral abnormalities, and hemorrhagic focuses on different parts of the body were observed. A significant increased was observed in the plasma cortisol, glucose and blood haemoglobin levels. The stressors applied on an experimental basis have lead to important physiological results in *C. carpio* and satisfactory outcomes were obtained concerning the above-mentioned stress factors.

**Key words:** *Cyprinus carpio*, parasite, cortisol, glucose, hemoglobin

\*E-mail: agulec@tunceli.edu.tr

## Giriş

Balıklar içinde yaşadıkları ortamla sıkı ilişki içinde olan canlılardır. Bu nedenle suda oluşabilecek küçük değişimler dahi balık tarafından hemen algılanır ve bazen de bir stres kaynağı olabilir. Yetiştiricilik ortamlarındaki bazı zorunlu işlemler (rutin bakım, yemleme, hasat, deneysel ve tedavi amaçlı kullanımlar v.b) stresörlere (stres oluşturan durumlar) örnek olarak verilebilir. Doğadaki yaşam koşullarında stresörler ile karşı karşıya kalan balıklar, kendilerini bu stresörlere karşı savunurlar. Bu savunmayı strese gösterdikleri yanıtlarla belli ederler. Bu durumda stres, biyolojik varlığa fiziksel, kimyasal veya biyolojik bir etki ulaştığında o varlığın kendini korumak için göstermiş olduğu tepkiler bütünlüğü şeklinde ifade edebilir (Cengizler 2000).

Diğer omurgalılarda olduğu gibi, stres altındaki balıklar, fizyolojilerindeki doğal değişiklikler ve stres hormonlarındaki artış ile değişik tipten stres faktörlerine yanıt verirler (Bonga 2003).

Bildirilen tüm çalışmalar, stres süresince ya da sonrasında kan değerlerinin göze çarpar bir şekilde etkilendiğini göstermektedir. Gerek hematolojik gerekse stres belirteçleri olarak kabul edilen hormonlar olası bir stres durumunda canlıdaki fizyolojik, morfolojik ve biyolojik değişimlerin incelenmesinde oldukça önemli rol oynamaktadır (Haond ve ark, 2003, Grutter ve Pankhurst 2000).

Hematolojik incelemeler özellikle beslenme durumu, hastalıklar, parazitler ve çevresel faktörlerin değişmesinden dolayı oluşan durumlarda, yani stres fizyolojisinde yararlı olabilir. Herhangi bir olumsuz durum stres kaynağı olarak algılandığında, canlıda stres reaksiyonu başlar ve sonuçta kanda bulunan hormonlar (adrenalin, kortizol, epinefrin, norepinefrin v.b) ve hematolojik parametrelerin (hemoglobin, hemotokrit, laktat v.b.) seviyeleri yükselir.

Stres hormonlarının salgılanma süresi kısa olursa koruyucu, uzun olursa hastalık yapıcı özellik taşırlar. Hematolojik parametrelerde strese verilen yanıt, oksijen taşımada sıkıntı, eritrositlerin yapılarında bozulma ve karbonhidrat metabolizmasında değişimler ile kandaki seviyelerinin yükselmesi şeklinde kendini gösterir (Stoltze and Buchmann 2001, Barton 2000). Bahsedilen bu stres durumlarında, stresörlerin öncelikle kan bileşenleri üzerine olan etkileri nedeniyle bu parametrelerin stres sonrası ölçümlerinin yapılması, hastalıkların erken teşhisi ve tedavisi açısından büyük önem taşımaktadır.

## Materyal ve Metot

Araştırmada 60 adet aynalı sazan kullanıldı. Bunların 30 adedi parazitle enfeste olup deney grubunu, 30'u ise kontrol grubunu oluşturdu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 6. Bölge Su Ürünleri Başmühendisliği yetiştiricilik ünitesinden temin edilen balıklar Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Tatlı Su Balık Üretim İşletme'sine getirildi. Araştırma (1.5x2.5x1m) boyutlarında, %1'lik formalin ile dezenfekte edilmiş 6 adet beton havuzda yürütüldü. Analize alınacak her balıkta boy, ağırlık ölçümleri yapıldı. Deneme süresince havuzlardaki suyun oksijen içeriği, pH'sı ve sıcaklığı belirlendi.

Araştırma süresince havuzlarda su sıcaklığı ortalama  $24.2 \pm 0.599$  °C, pH 7.2 ve çözülmüş oksijen miktarı ise ortalama  $5.6 \pm 0.429$  mg/L olarak ölçüldü. Araştırma havuzlarında fotoperiyot uygulandı (12 saat karanlık:12 saat aydınlık) havalandırma ise, hava taşları ile sağlandı.

Uygulamada rengi değişmiş, vücut şekli bozuk, davranışları düzensiz ve iştahsız olan 30 adet aynalı sazanın (*Cyprinus carpio* L., 1758) parazitolojik muayenesi amacıyla balıklarda iç ve dış parazit taramaları yapıldı. Bu amaçla öncelikle hasta balıkların vücut yüzeyleri ile



solungaçları incelendi. Solungaçlar ile ağız içerisindeki parazitler toplanarak balıktan uzaklaştırılıp % 4'lük formol solüsyonuna alındı (Bullock 1989). Bununla birlikte aynı balık örneklerinin otopsileri yapılarak karaciger, safra kesesi, bağırsak içeriği, hava kesesi ve böbrekleri incelenip herhangi bir endoparazitin olup olmadığı araştırıldı. Kan parazitlerinin varlığını araştırmak için kalpten kan örneği alınarak frotileri hazırlandı. Daha sonra bu frotiler Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarında Giemsa boyama yöntemi ile boyandı (Toparlak ve Tüzer 1994). Sağlık taramasından geçirilen 30 adet balık ise kontrol grubu olarak kullanıldı ve bu balıklar için optimum koşullar sağlandı.

Parazit ile enfeste olan balıklar, gerekli incelemeleri yapıldıktan sonra, kan alımında olası bir stresten kaçınmak için % 25'lik fenoksiethanol kullanılarak anestezi edildi ve kaudal toplardamarlarından 2 ml'lik şırınga yardımıyla her bir balıktan 2-3 ml kan analizin türüne göre EDTA veya normal deney tüplerinde alındı. Hemoglobin (Hb) miktarı analizi için Ç. Ü. Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Laboratuvarı kullanıldı. Serum glikoz ve kortizol miktarları analizi için ise kan örnekleri Ç.Ü. Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Biyokimya Laboratuvarına götürülerek -20 °C'de analiz edilinceye kadar bekletildi.

Hemoglobin (Hb) miktarı tayini için Syanmethemoglobin yönteminden faydalandı. EDTA'lı tüplerdeki kan örneklerine önceden hazırlanan drabkin solüsyonundan 5 ml konuldu, üzerine EDTA'lı kanın 0.02 ml'si özel Hb pipeti aracılığı ile ilave edildi (Şahan ve Cengizler 2002). Deney tüpü içindeki kanın, drabkin ile karışıp siyanomethemoglobine dönüşmesi için karışım 10 dakika bekletilerek spektrofotometrede incelendi.

540 nm dalga boyunda okunan değer, önceden hazırlanmış standart ile oluşturulmuş skalaya karşılık gelen değer olarak ifade edildi (Blaxhall ve ark. 1973).

Biyokimyasal analizlerde her balıktan alınan kan, antikoagulantsız cam tüplere konularak 15 °C'de, 10 dk. 4000 dev/dk'da santrifüj edildi ve -20 °C'de analiz edilene kadar bekletildi. Total glikoz değeri, kolorometrik (spektrofotometre benzeri yöntem) yöntem ile belirlendi (Burtis ve Ashwood 1999). Plazma örneği, spektrofotometre cihazının çalışma ilkelerine göre işleyen Technicon marka cihazda okundu.

Plazma kortizol seviyesini belirlemek amacıyla ise RIA (radioimmunoassay) tekniğinden faydalandı. Teknik için, (1 vial of ACS: 180 Cortisol lite reagent, 1 vial of ACS: 180 Cortisol Solid Phase) BAYER'den temin edilen kitler kullanıldı (Pankhurst ve Sharples 1992).

### İstatistiksel Analizler

Denemede parazit ile enfeste balıklarda hemoglobin, glikoz ve kortizol değerlerindeki değişimler istatistiki açıdan değerlendirildi. Analizlerde, stressiz ve stresli gruplar arasında Bağımsız Örnekler T Testi (Independent-Samples T Test) uygulandı. Stres gruplarının kendi aralarındaki farkların belirlenmesi amacıyla ise DUNCAN Çoklu Aralık Testinden (Duncan Multiple Range Test) faydalandı.

Uygulamalar sonunda, oluşan farklılıklar için önem düzeyleri belirlendi ( $P < 0.05$ ;  $P > 0.05$ ). Sözü edilen tüm istatistiki analizler için SPSS 10.0 Paket Programından yararlanıldı (Hayran ve Özdemir 1995).

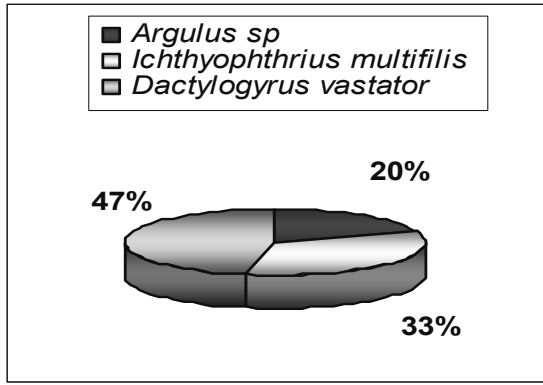
### Bulgular

Stres boyunca uygulama havuzlarındaki suyun oksijen içeriği 5.6-6.5 mg/l, sıcaklık

24-28 °C, pH ise 6.35-7.25 arasında değişim gösterdiği belirlendi.

Araştırmada görülen ektoparazit türlerinin konakçının deri ve solungaç dokularına çok nadirde olsa yüzgeç diplerine yerleştiği gözlemlendi. Mikroskop altında elde edilen bulgulara göre *Argulus* sp, *Ichthyophthirius multifiliis* ve *Dactylogyrus vastator* olmak üzere üç parazit saptanmış olup bu parazitlerin vücutta bulunma oranları Tablo 1’de gösterildi.

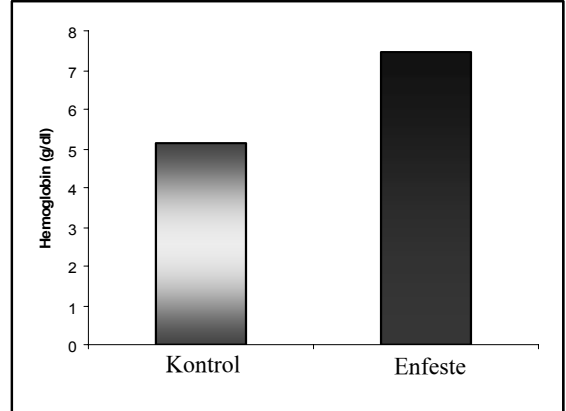
Tablo 1. Deney grubundaki balıklarda parazitlerin bulunma oranları



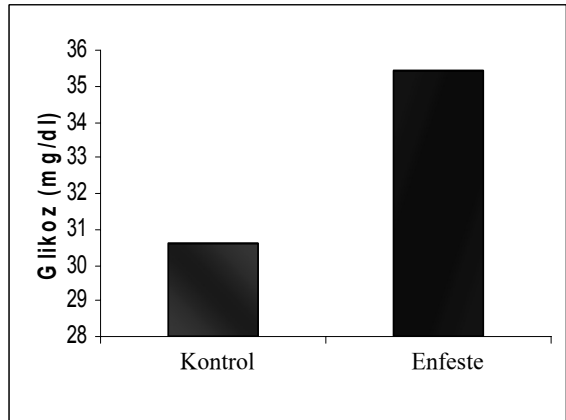
Parazit ile enfeste balıklar deney süresince morfolojik olarak incelenip; iştahsızlık, havuzun dip kısımlarında hareketsiz durma, yüzmeye bozuklukları, solungaçlarda solgunluk, vücut rengindeki değişiklikler kaydedildi.

Yapılan analizlerde stres faktörü olarak düşünülen yoğun parazit balıklardaki kan hemoglobin, serum kortizol ve glikoz üzerine etkileri belirlenip, kontrol ve deney grupları karşılaştırıldı. İstatistiksel açıdan önemli bulunan veriler için tüm parametrelerde artışlar saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Parazitli balıklara ait tüm kan değerleri ve Şekil 1, 2, 3 ve Tablo 2’de gösterilmiştir.

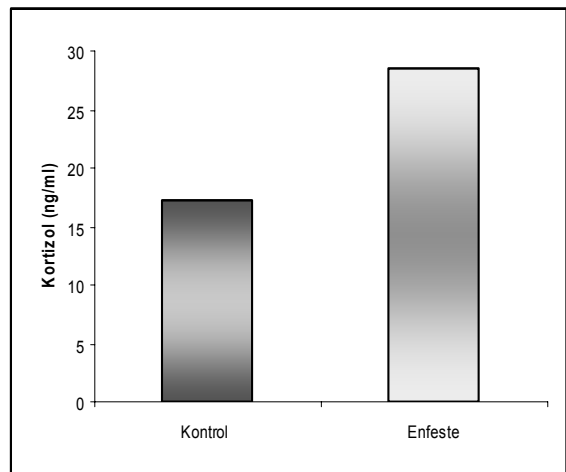
Şekil 1. Ortalama Hemoglobin Değeri



Şekil 2. Ortalama Glikoz Değeri



Şekil 3. Ortalama Kortizol Değeri



Tablo 2: Balıklarda (*Cyprinus carpio*) Stres Faktörüne Bağlı Olarak Belirlenen Kan Hemoglobinin, Serum Glikoz ve Kortizol Değerleri

Parazit	Hemoglobin (g/dl)		Glikoz (mg/dl)		Kortizol (ng/ml)	
	Kontrol	Deney	Kontrol	Deney	Kontrol	Deney
n=30	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH
	5.16±0.20	7.47±0.35	30.60±3.33	35.40±3.32	17.13±4.38	28.54±1.83

\* : p&lt;0,05

Ort±SH : Aritmetik Ortalama±Standart Hata

&amp; : 24 °C'de Elde Edilen Değerler

özellikle kortizol, kortizon gibi stres durumlarında salgılanan hormonların ve

### Tartışma

Bilindiği gibi bir canlının stres ile karşılaşması halinde fizyolojisinde, biyolojisinde veya kan tablosu üzerinde birtakım değişimler gözlenir. Bu durum özellikle balıklar gibi bulunduğu ortamları sıkı bir birliktelik gösteren canlılar için çok daha önemlidir.

Balıklar yaşadıkları ortam gereği sıklıkla strese girer ve bunun sonucunda parazit ve patojene maruz kalırlar. Birçok hastalık etkeni doğada düşük oranlarda mevcuttur, ancak normal şartlarda problem oluşturmazlar. Çoğunlukla popülasyonda aktif bir hastalığın gelişmesi için diğer olumsuzluklarında mevcut olması gerekir. Balığın doğal savunma mekanizması, mukusun normal şekilde salgıladığı deri ve bağışıklık sisteminin diğer bileşenleri, hastalık etkenlerini kontrol altında tutar. Ancak yetiştirme şartlarında stok yoğunluğunun artması, düşük miktarda çözünmüş oksijen, besin değeri düşük olan yemler, tedavi amacıyla uygulanan her türlü medikament, elle yakalama gibi faktörler balığı strese sokar. Doğal savunma sistemleri zayıflar ve bulaşıcı hastalıklara karşı koruma yetenekleri azalır (Cengizler 2000). Bunun yanında uygun portantre bulup giren parazitler sadece balığın savunma sistemini zayıflatmakla kalmaz,

kan glikozunun yükselmesini de sağlar. Bu hormonlar balığın metabolik ve fizyolojik durumunda da değişimlere neden olur. Parazitin stres üzerine olan etkileri birçok çalışmada ifade edilmiştir (Ruane ve ark. 1999, Woo ve ark. 1987).

Bu çalışmada ise parazit enfestasyonunun, balıkta stres indikatörü parametreleri üzerine olan etkileri ortaya çıkarılmaya çalışıldı. Bu amaçla, yetiştiricilik koşullarında yoğun parazit ile enfeste olan *C. carpio* bireyleri makroskobik olarak incelendi ve kan örnekleri alınarak plazma kortizol, glikoz ve kan hemoglobin değerlerindeki değişimleri izlendi.

Makroskobik olarak incelenen balıklarda parazitten dolayı konakların zarar gördükleri, mukus yapısında farklılıklar, yüzmede bozukluk elde edilen bulgular arasındadır. Kan örnekleri incelendiğinde tüm parametrelerin etkilendiği saptanmış olup bu etkilenmenin artma eğiliminde olduğu gözlemlendi (P>0.05).

Cengizler ve ark. (2001) Seyhan Nehri'nden yakaladıkları aynalı sazanlarda, ekto-endo parazitleri ve bu parazitlerin balıklarda oluşturdukları zararları

incelemiştirler. Elde edilen bulgular çalışma bulgularımızla benzerlikler göstermektedir.

Yapılan birçok çalışmada, balıklarda strese karşı yanıtı ortaya çıkarabilmek için parazit yoğunluğunun oldukça yüksek seviyelerde olması gerektiği ve ancak bu şekilde canlıda kronik bir stres oluşturabileceği vurgulanmıştır (Grutter ve Pankhurst 2000, Jorgensen ve Buchmann 2007).

Bu araştırmalar sonunda, uygun koşullar altında yaratılan strese bağlı olarak verilen Neuroendokrin yanıt yani HPI'ın uyarılması şeklinde ifade edilir. Bu durumda kortizol ve glikoz hormonlarında görülen artışlar şeklinde kendini gösterir. Araştırmamızda elde edilen bulgular da bunu açık bir şekilde göstermektedir.

Yapılan bir başka çalışmada, bir kopepod olan deniz biti (*Lepeophtherius salmonis*, Kroyer) ile yoğun olarak enfeste olmuş Atlantik alabalığı (*Salmo salar*)'nın fizyolojik yanıtları incelenmiştir (Burka ve ark. 2000). Buna göre, kopepodların yaşam evresi ve her balıktaki miktarı baz alınarak, plazma kortizol ve glikoz değerlerindeki değişimler belirlenmiştir. Sonuç olarak, deniz bitinin yaşam evrelerine bağlı olarak plazma kortizol ve glikoz değerlerinde istatistiksel olarak önemli düzeylerde yükselmeler olduğu görülmüştür ( $P<0.05$ ). Elde edilen bulgular yaptığımız çalışmanın bulgularına benzerlik göstermektedir.

Deneyssel amaçlı oluşturulan ya da doğrudan oluşan kronik veya akut stres sonucu, plazmada kortizol değerlerindeki artışlar balıkların immün yanıtını baskılar (Balm 1993). Sonuç olarak, balık bu durumun üstesinden gelebilmek için çaba gösterir ve enerji kaybeder. Yani kortizol seviyelerinde görülen artışlar ikincil bir yanıt oluşturur ki buda glikoz değerlerinde görülen yükselmedir (Wedemeyer ve Mcleay 1981). Bundan dolayı, balıklar da dahil olmak üzere, omurgalıların büyük bir

kısmı davranışsal değişimler gösterirler (Grutter ve Pankhurst 2000, Pankhurst ve ark. 1999). Bu çalışmada, parazit ile yoğun şekilde enfeste olan sazanların incelemeleri sonunda izlenen birtakım farklılıklar immün sistemin baskılanmasına ve fonksiyon yetersizliğine neden olmuştur. Dolayısıyla plazma kortizol ve glikoz değerlerinde gözlenen değişimlerin immün sistemde meydana gelen yetersizliklerin bir sonucu olabileceği kanaatine varılmıştır.

## Kaynaklar

**Balm PHM 1993.** Immune-endocrine interactions. Pp. 195-221. In. G.K. Iwama, A.D. Pickering, J.P. Sumpter, C.B. Schreck (Editors). Fish stress and health in aquaculture. Cambridge University Press, Cambridge.

**Barton BA 2000.** Salmonid fishes differ in their cortisol and glucose responses to handling and transport stress. *North American Journal of Aquaculture*, 62, 12–18.

**Blaxhall PC, Daisley KW 1973.** Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5, 771- 882.

**Bullock AM 1989.** Laboratory methods. Pp. 347-402 In. R.J. Roberts, B.Tindall, (Editors). *Fish Pathology*, London.

**Burka JF, Sims DE, Brimacombe M et al. 2000.** The physiological response of atlantic salmon (*Salmo salar* L.) to a single experimental challenge with sea lice (*Lepeophtherius salmonis*). *Journal of Fish Diseases*, 23, 165–172.

**Burtis AC, Ashwood ER 1999.** Tietz textbook of clinical chemistry. 3rd Edition, Chapter 20, Philadelphia, Saunders, 1100 pp.

**Cengizler İ 2000.** Balık hastalıkları. Ç.Ü. Su ürünleri Fakültesi Yayınları, Adana.

**Cengizler I, Aytac N, Sahan-Azizoglu A, ve ark. 2001.** Ecto-endo parasite investigation on mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) captured from The River Seyhan, Turkey. II. European Conference of Travel Medicine, Venice, Italy.

**Grutter AS, Pankhurst NW 2000.** The effects of capture, handling, confinement and ectoparasite load on plasma levels of cortisol, glucose and lactate in the coral reef fish (*Hemigymnus melapterus*). *Journal of Fish Biology*, 57, 91-401.

**Haond C, Nolan DT, Ruane NM, Rotllant J, Wendelaar Bonga SE 2003.** Cortisol influences the host-parasite interaction between the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the crustacean ectoparasite *Argulus japonicus*. *Parasitology*, 127, 551-60.

**Hayran M, Özdemir O 1995.** Institute of medicine physicians, statistic and computer (HYB). Medical Research issue Unit MEDAR, Ankara, 484 pp.

**Jorgensen TR, Buchmann K 2007.** Stress response in rainbowtrout during infection with *Ichthyophthirius multifiliis* and formalin bath treatment. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 37, 25–28.

**Pankhurst NW, Hilder PI, Pankhurst PM 1999.** Reproductive condition and behavior in relation to plasma levels of gonadal steroids in the spiny damselfish *Acanthochromis polyacanthus*. *General and Comparative Endocrinology*, 115, 53–69.

**Pankhurst NW, Sharples DF 1992.** Effects of the capture and confinement on plasma cortisol concentrations in the snapper (*Pagrus auratus*). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 43, 345-356.

**Ruane NM, Wendelaar Bonga SE, Balm PHM 1999.** Differences between rainbow trout and brown trout in the regulation of the pituitary-interrenal axis and physiological performance during confinement. *General Comarative. Endocrinology*, 115, 210–219.

**Stoltze K, Buchmann K 2001.** Effect of *gyrodactylus derjavini* infections on cortisol production in rainbow trout fry. *Journal of Helminthology*, 75, 291–294.

**Şahan A, Cengizler İ 2002.** Determination of some hematological parameters in spotted barb (*Capoeta barroisi*, 1894) and roach (*Rutilus rutilus*, 1758) living in Seyhan River (Adana City Region), (in Turkish). *Turkish Journal Veterinary Animal Sciences*, 26, 849–858.

**Toparlak M, Tüzer E 1994.** Paraziter hastalıkların tanısında laboratuar teknikleri. Pfizer, Hayvan Sağlığı.

**Wedemeyer G, Mcleay DJ 1981.** Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. In. A.D. Pickering (Editor). *Stres and Fish*. Academic Press, London.

**Wendelaar Bonga SE 2003.** The Stress Response in Fish. *Physiological Reviews*, 77, 591–625.

**Wendelaar Bonga SE 2003.** The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77, 591-625.

**Woo PTK, Leatherland JF, Lee MS 1987.** Cryptobia salmositica: cortisol increases the susceptibility of *Salmo gairdneri* Richardson to experimental cryptobiosis. *Journal of Fish Diseases*, 10, 75–83.



**Türkiye Mikobiyotası İçin Yeni Bir Askomiset Kaydı :**

***Rosellinia mycophila* (Xylariaceae)**

**\*Başaran DÜLGER, Görkem DÜLGER**

Department of Biology, Faculty of Science and Arts, Canakkale Onsekiz Mart University,  
17020 Canakkale - Turkey

**Yayın Kodu (Article Code): 10-2A**

**Özet:** Mersin, Çamlıyayla'dan toplanan *Rosellinia mycophila* (Fr.:Fr.) Sacc. Türkiyeden ilk kez kaydedilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Rosellinia mycophila*, yeni kayıt

**A New Ascomycete Record for The Mycobiota of Turkey:**

***Rosellinia mycophila* (Fr.:Fr.) Sacc. (Xylariaceae)**

**Abstract:** *Rosellinia mycophila* (Fr.:Fr.) Sacc., collected from Çamlıyayla, Mersin, was recorded for the first time in Turkey.

**Key Words:** *Rosellinia mycophila*, new record

**\*E-mail:** basarandulger@yahoo.com

**Introduction**

*Rosellinia* species are recorded all over the world, and are common in both temperate and tropical regions (Petrini 1993). Many species occur as saprobes, some live endophytically and occasionally turn into pathogens and only a few species are known to occur as root pathogens. Among the most well-known root pathogens are *R. necatrix* Prill. and *R. desmazieresii* (Berk. et Br.) Sacc., mostly known from temperate zones, and *R. bunodes* (Berk. et Br.) Sacc., *R. pepo* Pat.

and *R. arcuata* Petch, known only from the tropics. Root diseases caused by *Rosellinia* spp. occur on a wide variety of commercially important crops, trees and ornamentals (Ten Hoopen and Krauss 2006).

Although the mycobiota of Turkey has not been researched effectively, there is a great need for an increase in the frequency of taxonomical studied. In October 2008, during routine field trips to different localities of Mersin, many fungi samples were collected. On referring to the

literatures on Mycobiota of Turkey (Solak et al. 2007, Sesli and Denchev 2008), *Rosellinia mycophila* (Fr.:Fr.) Sacc. (*Xylariaceae*) was found to be a new record. The study aims to make contribution to the mycobiota of Turkey.

### Materials and Methods

Fruit bodies of *Rosellinia mycophila* were collected from Çamlıyayla district of Mersin province (Turkey). Relevant morphological of the samples were recorded and they were photographed in their natural habitats. Then the samples were taken to the laboratory. Necessary macroscopic and microscopic measurement data were obtained by using a ruler, light microscope, micrometers and necessary chemicals (distillate water, Melzer's reagent, 5% KOH). This taxon was identified according to Petrini (1993) and Petrini and Petrini (2005). The specimens cited are deposited in the Herbarium of Çanakkale Onsekiz Mart University in Çanakkale and in the author's personal collections.

### Results and Discussion

#### *Xylariaceae*

*Rosellinia mycophila* (Fr.:Fr.) Sacc., Syll. Fung. (Abellini) 1: 263 (1882)

Stromata usually densely gregarious, uniperitheciate, rarely fused together in a 2-3- peritheciate stroma, dark brown to black with a thin coating of pale subicular hyphae, subglobose with a broadly attached base, 0.6-0.7 mm high x 0.8-1 mm diam, with conspicuous folds and ridges in the lower part when dry; ectostroma rather thin, brittle; subiculum densely felted, purplish brown, of finely interwoven hyphae, persistent, widely spreading. Ostioles stout, broadly conical, darker than the stromatal

wall. Asci cylindrical, with apical apparatus urn-shaped with attenuated base, amyloid, 154-195 x 6.5-7.5 µm. Ascospores 17-21 x 5.5-6.5 µm, ellipsoid-inequilateral with one end slightly pinched, the opposite narrowly rounded with an inconspicuous cellular appendage 2 µm long, dark brown, with a short, straight germ slit 8-13 µm long on the less convex side; the whole spore surrounded by a conspicuous slimy sheath reducing with age (Figures 1 and 2).

Material examined were collected from Mersin, Çamlıyayla, on dead twig of *Pinus nigra*, 37°14'49.21'' N, 34°37'44.08'' E, alt. 928 m, 25 October 2008, BD 681.

The genus *Rosellinia* is found mostly in temperate regions but can also be found in (sub)alpine and (sub)tropical regions. The definite group comprises occasional pathogens, which also live endophytically, e.g. *R. thelena* (Fr.:Fr.) Rabh. in *Abies alba* and *Picea abies* and possibly *R. mycophila* in conifers (Petrini, 1993; Ten Hoopen and Krauss, 2006). In addition, some species including *R. mycophila* known to be pathogens in temperate zones (Francis, 1986). In this study, *R. mycophila* is found on dead twig of *Pinus nigra*. The finding is parallel to those reported in literatures.

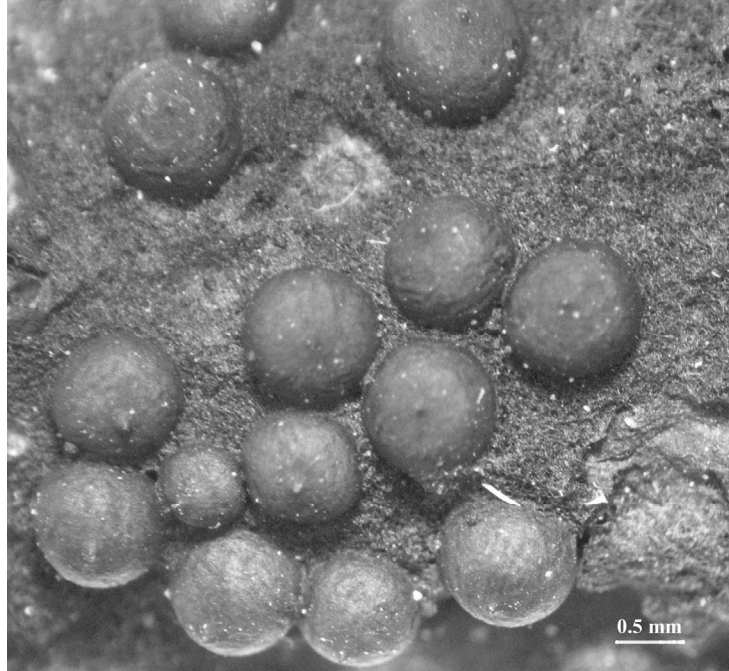
*R. mycophila* (Fr.:Fr.) Sacc. resembles *R. thelena* (Fr.) Rabenh in external appearance, and it is easily distinguished by microscopical features of ascospores. Ascospores in *R. mycophila* are a bit shorter than those *R. thelena*, with a shorter germ slit, an inconspicuous blunt cellular appendage and a slimy sheath around the whole spore. Above all, they lack the distinctive pointed appendages typical of *R. thelena* and its var. *microspora*. *R. mycophila* was reported by Francis (1986) as a severe pathogen of conifers in Europe and North America. This pathogen activity seems to be an additional difference with *R. thelena* (Fr.) Rabenh, which has only been reported as a primary saprophyte.



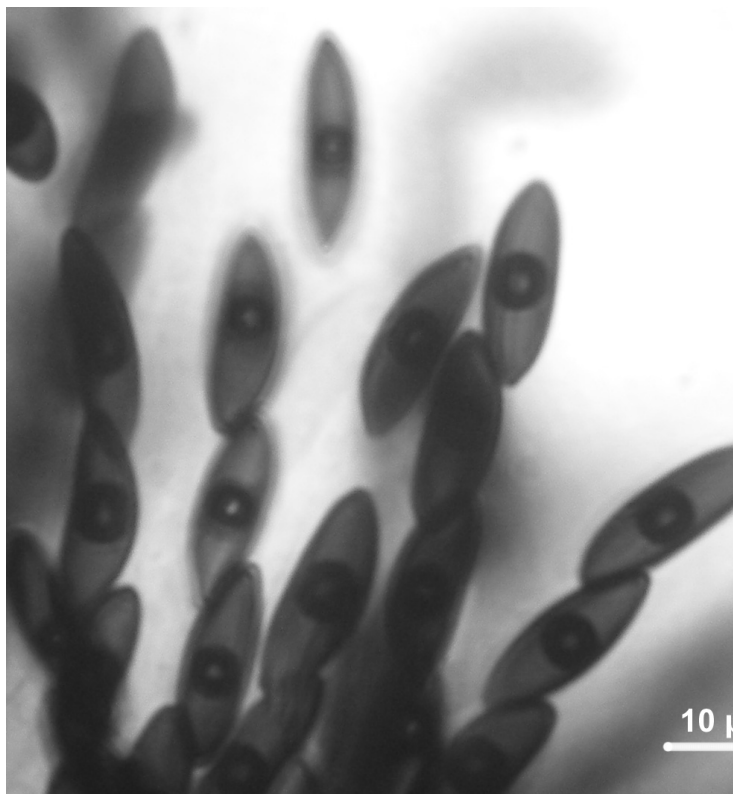
According to relevant study, there is only one *Rosellinia* species (*Rosellinia thelena* (Fr.) Rabenh) in Turkey (Akata and Çetin 2009). With this study, the number of

reported *Rosellinia* species will be two in Turkey and a contribution was made to the knowledge of Turkish mycobiota.

**Fig. 1.** Stereomicroscopic image of *Rosellinia mycophila*



**Fig. 2.** A view of ascospores of *Rosellinia mycophila*



## References

**Akata I and Çetin B 2009.** A new record for Turkish Mycota from Ilgaz Mountain. *The Herb Journal of Systematic Botany* 16(1): 159-164.

**Francis SM 1986.** Needle blights of conifers. *Transaction of the British Mycological Society* 87: 397-400.

**Petrini LE 1993.** *Rosellinia* species of the temperate zones. *Sydowia* 44: 169-281.

**Petrini LE and Petrini O 2005.** Morphological studies in *Rosellinia* (Xylariaceae): the first step towards a polyhasic taxonomy. *Mycological Research*. 109 (5): 569-580.

**Solak MH, Işiloğlu M, Kalmış E and Allı H 2007.** Macrofungi of Turkey, Checklist. Üniversiteler ofset, İzmir

**Sesli E and Denchev CM 2008.** Checklists of the myxomycetes, larger ascomycetes, and larger basidiomycetes in Turkey. *Mycotaxon* 106: 65-68.

**Ten Hoopen GM and Krauss U 2006.** Biology and control of *Rosellinia bunodes*, *Rosellinia necatrix* and *Rosellinia pepo*: A review. *Crop Protection* 25: 89-107.



## **Üçgen Biçimli Sinyallerle Modüle Edilmiş Lazer Işığının İstatistiksel Özelliklerinin İncelenmesi**

**\*Gülçin BİLGİCİ CENGİZ, Rəfig ABDULLAYEV, Hüseyin ERTAP**

Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Kars, Türkiye

**Makale Kodu (ArticleCode): 10-03A**

**Özet:** Optik sinyallerle bilgi iletilmesi sürecinde radyasyonun, bilgi içeren sinyallerle modüle edilmesi gerekir. Fakat optik frekanslarda modülasyon, sinyalinin biçimi ile beraber onun istatistiksel karakteristiklerini de değiştirdiğinden optik iletişim sistemlerinin oluşturulmasında bu gerçeğin dikkate alınması gerekir.

Bu amaçla, optik ışımının modülasyonu için üçgen biçimli sinyaller kullanılarak optik ışımının istatistiksel özelliklerine etkisi ele alınmıştır. Yarı klasik yaklaşımla, modüle edilmiş optik ışımının foto sayı dağılımı için genel ifadeler elde edilmiştir. Işığın belirli zaman aralığında ışığa duyarlı yüzeyden kopardığı foto elektronların sayılmasına dayanan foto sayı yöntemi ve bu yöntemin kullanılmasına yönelik deney düzeneğinin yapısı açıklanmıştır. İlk olarak modüle edici sinyalin frekansının, lazer ışımının foto sayı dağılımının üzerindeki etkileri incelenmiştir. Modüle edici sinyalin frekansının 100 Hz, 900 Hz ve 10 kHz değerleri için foto sayı dağılımlarının, modülasyona uğramamış ışımının foto sayı dağılımlarına göre daha genişlemiş olduğu ancak foto sayı dağılımının modüle edici sinyalin frekansından etkilenmediği tespit edilmiştir. Modülasyon katsayısı ile foto sayı dağılımları arasındaki ilişki incelendiğinde ise, modülasyon katsayısının artışı ile foto sayı dağılımlarının varyansının arttığı saptanmıştır. Deneysel sonuçların teorik sonuçlarla karşılaştırılarak uyum içinde oldukları tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Foto-sayı dağılımı, üçgen modülasyon, modülasyon katsayısı

### **Investigation of Statistical Properties of Laser Radiation Modulated with Triangular Shaped Signals**

**Abstract:** In the process of information transmission with optical signals, the radiation must be modulated with information containing signals. However, the optical frequency modulation changes both the form and statistical characteristics of the signal, and this fact should be taken into consideration in the development of the optical communication systems. For this reason, triangle-shaped signal was used for the modulation of optical radiation and its effects on the statistical properties of radiation were studied. General expressions were obtained for the photo-count distribution of modulated optic radiation by semi-classical approach. The photo-count method, which is based on counting the photoelectrons knocked out of the photosensitive surface by radiation in certain time intervals, was explained and the experimental set up of this method for the

application was described. First, the effects of the modulating signal frequency on the photo-count distribution of laser light were investigated. The widths of the photo-count distributions calculated for modulating frequencies of 100 Hz, 900 Hz and 10kHz were found to increase compared to unmodulated radiation for each frequency value while the photo-count distribution was not affected by the frequency of the modulating signal. From the investigation of the relationship between the modulating coefficient and photo-count distribution, it was found that the variance of photo-count distribution increased with the increase of modulating coefficient. Comparison of theoretical and experimental results showed that the theoretical results were in good agreement with experiments.

**Key Words:** Photo count distribution, triangular modulation, modulation coefficient

\*E-mail: [gbilgici@excite.com](mailto:gbilgici@excite.com)

## Giriş

Günümüzde lazerler, bilgi iletişim sistemlerinde geniş uygulama alanı bulmaktadır. Ancak lazerlerin direkt olarak iletişim sistemlerinde kullanılması ve iletişim sistemlerinin pratik örneklerinin hayata geçirebilmesi için ön çalışmalara ihtiyaç vardır. Öncelikle bilginin optik sinyallerle aktarılma sürecinde radyasyonun, bilgi içeren sinyallerle modüle edilmesi gerekir. Radyo frekansından farklı olarak, optik frekanslarda sinyalin biçimi ile beraber onun istatistiksel karakteristikleri de değişir. Optik iletişim sistemlerinin oluşturulmasında bu özelliğin dikkate alınması gerekir. Lazerlerin iletişim sistemlerinde kullanılmasını sınırlayan bir diğer neden ise, modüle edilmiş optik sinyallerin yayılması ve alınması sırasında optik iletişim kanalının öğeleri ile etkileşmesi hakkındaki bilgilerin tam olarak bilinmemesidir. Örneğin, optik frekanslarda daha etkili olan modüle edici (multiplikatif) gürültüler problemi tam anlamıyla çözülememiştir. Diğer yandan; çoğu durumlarda alıcı düzeneğin girişine gelen faydalı fotonların sayısı az olduğundan, bu sistemlerin incelenmesinde kuantum yaklaşımının kullanılması uygun olur.

Optik iletişimde; optik alanların ifade edilmesi için istatistiksel yöntemlerin kullanılma gereksinimi, alıcı düzeneğe gelen optik sinyallerin türbülans ortamında (örneğin atmosfer) yayılırken bozulmasına bağlı olarak rastgele değişmesinden ortaya çıkar. Bununla beraber, optik alanların istatistiksel karakterleri, sinyallerin durumlarının dalga fonksiyonları ile ifade edilmesinden de kaynaklanır. Sistemin herhangi bir durumda bulunma olasılığı, bulunduğu durumun dalga fonksiyonunun modülünün karesine eşit olan olasılıkla verilir. Klasik radyo iletişim sistemlerinde; optik sinyallerdekine benzer rastgele değişimler olmadığından optik sinyaller kullanan iletişim sistemlerinde optik alanların istatistiksel özelliklerinin bulunması ve iletişim sistemlerinin karakteristiklerinin incelenmesi gibi problemler yeniden ele alınarak çözülmesi gerekmektedir. Optik sinyal alıcılarının etkin çalışması, klasik radyo iletişim frekanslarındaki gibi sadece iç ve dış gürültülerin varlığı ile değil aynı zamanda sinyallerin kendilerinin kuantumlu doğaya sahip olması ile sınırlanır. Çünkü kuantum etkiler, sinyalin bulunma ve alınma süreçlerine bir de istatistiksel belirsizlik yükü getirir. Çelişkili görünse de, iç ve dış gürültüler olmadığında bile optik iletişim

sisteminin bilgi sembolünün yanlış kabul olasılığının sıfıra eşit olmaması buna bir örnek olarak gösterilebilir (Sheremetyev ve ark. 1971).

Sunulan bu çalışmada, üçgen (testere) pulslarla modüle edilen optik alanların istatistiksel özellikleri incelenmiştir. Burada, optik ışımının foton doğası ve ışığın kayıt edildiği foto dedektörle etkileşmesinin kuantum karakteri göz önünde tutulmuştur. Gözlenen sinyaller, ışığın etkisiyle oluşan sistemin kuantum geçişleri dizisidir. Yani asıl karakteristiği, belirli bir sabit zaman (T) aralığındaki foto elektronların n sayısının, P(n) olasılık dağılımı olan foto elektronlar dizisidir. Bu yöntem, foto sayı yöntemi olarak adlandırılır. Foto dedektöre gelen ışığın ( $q\omega_0$ ) enerji dağılımı ile foto katodtan koparılan n tane foto elektronların sayısının P(n,T) dağılım fonksiyonu arasındaki bağıntı;

$$P(n, T) = \int_0^\infty \frac{(\eta\omega_0)^n}{n!} e^{-\eta\omega_0} q(\omega_0) d\omega_0 \quad (1)$$

ifadesi ile verilir[2]. Burada; n, foto katodun kuantum etkinliği ve I(t) ışık şiddetinin ani değeri olmak üzere,  $q(\omega_0) = \int_{t_i}^{t_i+T} I(t) dt$  ışık alanının  $\omega_0$  enerjisinin [ $t_i, t_i+T$ ] aralığındaki dağılım fonksiyonudur. Ayrıca  $\tau_K$  ışığın koherentlik süresi olup ve  $T \ll \tau_K$  şartında,  $W=I.T$  olarak yazabiliriz. Işığın modüle edildiği T zaman aralığındaki foto sayı dağılımını;

$$P(n) = \int_0^\infty Q(I_m) p(n) I_m dI_m \quad (2)$$

$$P\left(\frac{n}{I_m}\right) = \int_0^\infty q(\omega_0) e^{-\eta I_m \omega_0} \frac{(\eta I_m \omega_0)^n}{n!} d\omega_0 \quad (3)$$

ifadesi ile hesaplayabiliriz (Abdullayev ve ark. 1971). Burada  $q(\omega_0)$ , modüle edilmemiş optik kaynağın  $\omega_0$  enerjisindeki dağılım fonksiyonu,  $Q(I_m) = \langle q(t, I_m) \rangle$  modüle edici sinyal seviyesinin olasılığının kayıt süresine göre ortalamasıdır. Optik ışımının üçgen (testere) pulslarla

modülasyonunda modüle edici sinyalin şiddeti;

$$I_m(t) = \frac{b}{\tau_0} t + a \quad (4)$$

olarak değiştiğinden, rastgele seçim ve optik şiddetin modülasyonu durumunda  $Q(I_m)$  dağılım fonksiyonu; a şiddetin minimum ve (a+b) ise maksimum değeri olmak üzere, [a, a+b] aralığında düzgün dağılmış olur. Bu durumda modüle edilmiş ışınımı, foto sayı dağılımını (2) ifadesi ile hesaplayabiliriz. Genel olarak eğer kuvvet karakteristikli modülatör kullanılırsa;

$$I_m(t) = [x(t)]^s \quad (5)$$

olarak yazılabilir. Bu durumda; s = 1 şiddetin ve s=2 genliğin modülasyonuna karşılık gelir. Eşitlik (4) ve (5) ifadelerini, eşitlik (2)'de yerine yazdığımız zaman foto sayı dağılımı;

$$P(n) = \frac{1}{\tau_0} \int_0^{\tau_0} P(n/I_m(t)) dt$$

$$= \frac{1}{\tau_0} \int_0^{\tau_0} dt \int_0^\infty q(\omega_0) e^{-\eta I_m \omega_0} \frac{(\eta I_m \omega_0)^n}{n!} d\omega_0$$

$$P(n) = \frac{\eta^n}{n!} \int_0^\infty q(\omega_0) \omega_0^n d\omega_0 \left[ \frac{1}{\tau_0} \int_0^{\tau_0} I_m^n e^{-\eta I_m \omega_0} dt \right] \quad (6)$$

olur. Burada  $\tau_0$  pulsun uzunluğudur. Eşitlik (3) ve (4) ifadelerinde

$$I_m = \left(\frac{b}{\tau_0} \tau + a\right)^s = z$$

yazarak değişken değiştirirsek (6) ifadesinden;

$$P(n) = \frac{\eta^n}{n!} \int_0^\infty q(\omega_0) \omega_0^n d\omega_0 \left[ \frac{1}{\tau_0} \int_{a^s}^{(a+b)^s} \frac{\tau_0 z^n}{bs} z^{\frac{1}{s}-1} e^{-\eta z \omega_0} dz \right]$$

$$P(n) = \frac{\eta^n}{bsn!} \int_0^\infty q(\omega_0) \omega_0^n d\omega_0 \left[ \int_{a^s}^{(a+b)^s} z^{n+\frac{1}{s}-1} e^{-\eta z \omega_0} dz \right]$$

$$P(n) = \frac{\eta^n}{bsn!} \int_0^\infty q(\omega_0) \omega_0^n d\omega_0 \left[ \int_0^{(a+b)^s} z^{n+\frac{1}{s}-1} e^{-\eta z \omega_0} dz - \int_0^{a^s} z^{n+\frac{1}{s}-1} e^{-\eta z \omega_0} dz \right] \quad (7)$$

bulunur. Farklı parametrelerde bulunan integralleri, tam olmayan  $\gamma(a, x)$  fonksiyonlarla ifade edersek fotosayı dağılımı;

$$P(n) = \frac{\eta^n}{bsn!} \int_0^\infty q(\omega_0) \omega_0^n d\omega_0 \left\{ \frac{1}{(\eta\omega_0)^{n+\frac{1}{s}}} \Gamma\left[n + 1; \eta\omega_0 a + bs - \gamma(n+1; \eta\omega_0 as)\right] \right\} \quad (8)$$

şeklinde elde ederiz. Bu sonucu sadeleştirirsek, son olarak üçgen pulslarla modüle edilmiş optik ışınımın fotosayı dağılımının genel ifadesini;

$$P(n) = \frac{1}{b\eta^{1/s} sn!} \int_0^\infty q(\omega_0) \omega_0^{-1/s} d\omega_0 \{\gamma[n + 1; \eta\omega_0 a + bs - \gamma(n+1; \eta\omega_0 as)]\} \quad (9)$$

şeklinde yazabiliriz. Bu ifadeyi tam olmayan  $\Gamma(a, x)$  fonksiyonuyla;

$$P(n) = \frac{1}{b\eta^{1/s} sn!} \int_0^\infty \frac{q(\omega_0)}{\omega_0^{1/s}} d\omega_0 \left\{ \Gamma\left(n + \frac{1}{s}; \eta\omega_0 a^s\right) - \Gamma\left(n + \frac{1}{s}; \eta\omega_0 (a+b)^s\right) \right\} \quad (10)$$

şeklinde gösterebiliriz. Bu farklı kaynakların, farklı parametrelerinin (genlik, şiddet v.b) modüle edilme durumlarına uygulanabilen genel bir ifadedir. Çoğu hallerde alıcı düzenekler, ışığın enerjisine duyarlı olduğundan eşitlik (9) veya (10)'u ışığın şiddetinin modülasyonu durumuna uygulayalım. Burada  $s=1$  yazarsak eşitlik (9)'dan;

$$P(n) = \frac{1}{b\eta n!} \int_0^\infty \frac{q(\omega_0)}{\omega_0} d\omega_0 \{\gamma[n + \frac{1}{s}; \eta\omega_0 (a+b)] - \gamma(n+1; \eta\omega_0 a)\} \quad (11)$$

elde ederiz. Eşitlik (11) ifadesi  $q(\omega_0)$  enerji dağılımı istenilen ışık kaynağının şiddetinin, üçgen pulslarla modüle edilmesi halinde foto sayı dağılımının hesaplanmasına olanak sağlar.

Bu çalışmada, sadece bir modlu sabitleştirilmiş lazer ışınımının üçgen pulslarla şiddetinin modüle edilmesi durumunu ele alacağız. Bilindiği gibi kaynağın enerji dağılımı  $\delta$ -fonksiyonuyla verilir (Deryugin ve ark. 1972).

$$q(\omega_0) = \delta(\omega_0 - \langle \omega_0 \rangle) \quad (12)$$

$\delta$ -fonksiyonunun özelliklerini dikkate alarak; eşitlik (12)'yi, eşitlik (11)'de yazarsak foto sayı dağılımını;

$$P(n) = \frac{1}{\eta < \omega_0 > bn!} \{\gamma[n+1; \eta < \omega_0 > (a+b)] - \gamma(n+1; \eta < \omega_0 > a]\} \quad (13)$$

veya özdeş olan;

$$P(n) = \frac{1}{\eta < \omega_0 > bn!} \{\Gamma[n+1; \eta < \omega_0 > a] - \Gamma(n+1; \eta < \omega_0 > (a+b)]\} \quad (14)$$

olarak elde edebiliriz. Eşitlik (14)'teki  $\Gamma(n+1, x)$  fonksiyonunu serilerle ifade edersek, yani;

$$\Gamma(n+1, x) = n! e^{-x} \sum_{k=0}^n \frac{x^k}{k!} \quad (15)$$

olduğunu göz önüne alırsak, eşitlik (14)

$$P(n) = \frac{1}{\eta < \omega_0 > b} \left\{ e^{-\eta < \omega_0 > a} \sum_{k=0}^n \frac{(\eta < \omega_0 > a)^k}{k!} - e^{-\eta < \omega_0 > (a+b)} \sum_{k=0}^n \frac{[\eta < \omega_0 > (a+b)]^k}{k!} \right\} \quad (16)$$

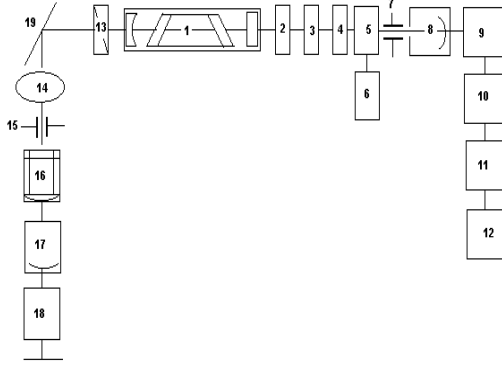
gibi yazılır, kaynağın enerji dağılımı, eşitlik (12) ile verildiğinde,  $\eta < \omega_0 > = \langle n \rangle$  olduğu görülür. Bu durumda, modülasyon katsayısını ( $m$ ) ile gösterirsek ele aldığımız durum için foto sayı dağılımını;

$$P(n) = \frac{1}{2m \langle n \rangle} \left\{ e^{-\langle n \rangle (1-m)} \sum_{k=0}^n \frac{[\langle n \rangle (1-m)]^k}{k!} - e^{-\langle n \rangle (1+m)} \sum_{k=0}^n \frac{[\langle n \rangle (1+m)]^k}{k!} \right\} \quad (17)$$

şeklinde de yazabiliriz. Eşitlik (17)'de elde edilen foto sayı dağılımı, üçgen pulslarla modüle edilmiş bir modlu sabitleştirilmiş lazerin özel bir durum için P. Diament ve M. C. Teich tarafından hesaplanmış ifadenin aynısıdır (Diament ve ark. 1970). Bununla beraber; eşitlik (17)'de verilen foto sayı dağılımı, eşitlik (2)'de istenilen ışık kaynağı ve istenilen modülasyon türü için uygulanabilen ve bunun üçgen pulslarla modülasyonu için gerekli olan eşitlik (9) ve (10) dağılımlarından elde edildiğinden daha genel bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Eşitlik (17) ifadesini, deneysel olarak doğrulamak için Kiev Devlet Üniversitesinde yapılan deneylerde R. Abdullayev tarafından kurulan Şekil 1'deki deney düzeneği kullanılmıştır (Deryugin ve ark. 1972).

## Materyal ve Metot

Üçgen pulslarla lazer ışınının modüle edilmesi sürecinin incelenmesi için kullanılan foto sayı yöntemine dayanan düzeneğin yapısı Şekil 1’de açıklanmıştır.



**Şekil 1:** Lazer ışınının istatistiksel özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan deneysel düzeneğin blok şeması ve kullanılan cihazlar verilen numaraya göre; 1.He-Ne lazer, 2.Girişim filtresi, 3.Attenuator, 4,13 Polarizörler, 5.Elektrooptik modülatör, 6.Fonksiyon üreticisi, 7.,15. Silitler, 8.,17. Fotoçoğaltıcılar, 9. Düzenleyici, 10. Dönüştürücü (sayı-genlik), 11. Çok kanallı analizör, 12. Bilgisayar, 14. Mercek, 16. İnterferometre, 18. Osiloskop, 19. Ayna

Işık kaynağı olarak, He-Ne lazeri kullanılmıştır. Lazerin mod yapısı, tarayıcı interferometre ile kontrol edilebilir. Etkin koherentlik süresi  $\sim 2 \cdot 10^{-7}$  s düzeyinde olduğundan radyasyonun enerji dağılımını,  $\delta$ -fonksiyonu ve fotosayı dağılımı ise Poisson dağılımı olarak kabul edilir. Fotosayımı dedekte etmek için, uygun spektral duyarlılığı ayırt etme hassasiyeti olan fotoçoğaltıcılar seçilmiştir. Fotoçoğaltıcılar saniyede  $2 \cdot 10^6$  tane fotoelektrondan daha fazla yüklenemediklerinden, seçim süreci  $t = 10^{-6}$  saniye seçilerek alıcının küçük sayıda ( $n$  tane) fotoelektron kaydetmesi sağlanır. Olasılık dağılımlarını ölçmek için;  $\tau$  süresinde ki kayıt sayıları, pulsların

genliğine dönüştürülerek 256 kanallı puls analizörüne verilmiştir. Böylece; genliği ölçüm süresince gelen fotoelektronların  $n$  sayısına orantılı olan pulslar, çok kanallı analizörün belirli kanallarında toplanırlar. Seçim süresi ve sayısı, puls jeneratörü ile belirlenecek deney süresince sırası ile yaklaşık  $10^{-6} \text{ s}^{-1}$  ve  $5 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$  olarak eşit aralıklar seçilmiştir. Seçim süresinin kısa olmasına (yaklaşık 1 dakika) rağmen iyi bir istatistik elde edilme olanağı sağlanmış olur ( $\sim 3 \cdot 10^5$  sayı). Deney süresinin kısa olması lazer kaynağı dışında, diğer cihazların sabitleştirilmesi için özel tedbirlerin alınması gerektirmez.

Modülasyon sürecinde ışık kaynağı (lazer) ile foto dedektör arasında, sanayide üretilen standart elektro optik modülatör yerleştirilir. Modülatöre; üçgen pulslar, alçak frekans jeneratöründen verilir ve bunların frekansı, genliği ve modülasyon katsayısı çalışma süresince değiştirilebilir.

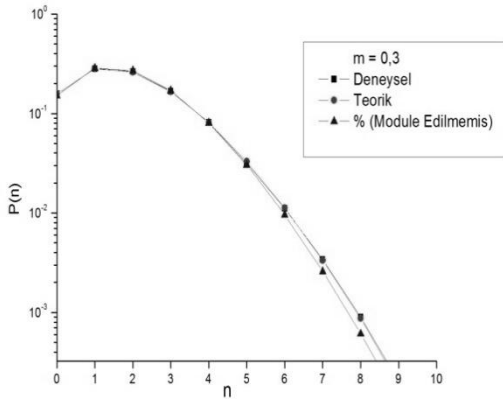
## Deneyel Sonuçlarla Karşılaştırma ve Tartışma

İlk olarak modülasyon katsayısının sabit  $m=0,5$  değerinde frekansının foto sayı dağılımına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla modülatöre, jeneratörden 100 Hz, 900 Hz ve 10 kHz frekanslı pulslar verilmiştir. Her bir durumda foto sayı dağılımı, modüle edilmemiş kaynağın oluşturduğu foto sayı dağılımına göre genişlemiş olmasına rağmen, modüle edilmiş ışınının foto sayı dağılımları birbirinden deneysel hatalar çerçevesinde farklılaşmamıştır. Aslında bu sonuç yapılan teorik hesaplamalar sonucundan da öngörülmektedir. Modüle edilmiş foto sayı dağılımları birbirleri ile çakıştıklarından bunların grafikleri sunulmamış ancak bu deneysel sonuçlara göre hesaplanmış varyansları Tablo 1’de verilmiştir.

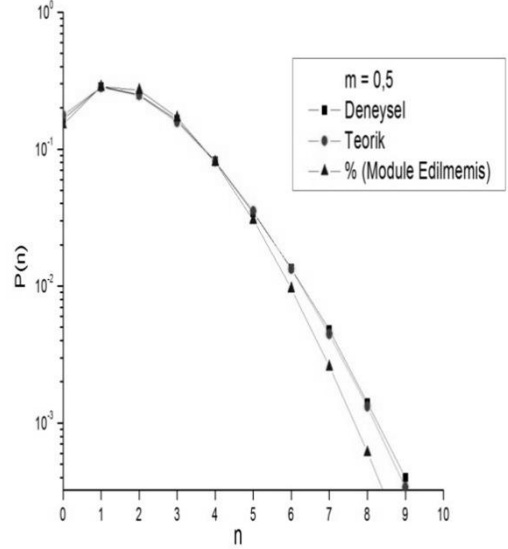
$f_m(\text{kHz})$	$\langle n \rangle$	$\langle \Delta n^2 \rangle$	$\delta$
0	1.8901	1.8905	0.529
0.1	1.9005	2.1419	0.593
0.9	1.9015	2.1434	0.593
10	1.9142	2.1561	0.588

**Tablo 1:** Modüle edilmiş foto sayı dağılımlarının deneysel sonuçlara göre hesaplanmış ortalama değeri ve varyanslarının frekans ile ilişkisi.

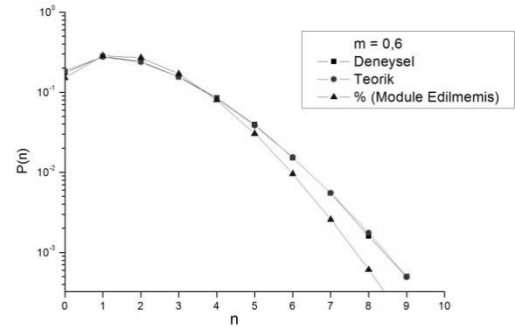
Daha sonra lazer ışınının istatistiğinin üçgen pulslarla modülasyonunun, modülasyon katsayısına bağlı olarak değişimi incelenmiştir. Modülasyon katsayısı, standart yöntemle ölçülmüştür. Deneysel modülasyon katsayısı,  $m = 0,3$ ;  $m = 0,5$  ve  $m = 0,6$  olarak seçilmiştir. Her bir durumda modülasyon frekansı  $f = 10$  kHz'e eşit tutulmuştur. Ölçülmüş fotosayı dağılımlarının grafikleri Şekil (2a, 2b ve 2c)'de verilmiştir.



**Şekil 2a:** Modülasyon katsayısına bağlı olarak modüle edilmiş ve modüle edilmemiş ışınının foto sayı dağılımı.



**Şekil 2b:** Modülasyon katsayısına bağlı olarak modüle edilmiş ve modüle edilmemiş ışınının foto sayı dağılımı.



**Şekil 2c:** Modülasyon katsayısına bağlı olarak modüle edilmiş ve modüle edilmemiş ışınının foto sayı dağılımı.

Her bir grafikte; deneysel  $\langle n \rangle$  ortalama değerlerine uygun olarak, teorik hesaplanmış dağılımlar ve modüle edilmemiş ışınının fotosayı dağılımı da gösterilmiştir. Grafiklerden görüldüğü gibi; her bir durumda modüle edilmiş ışınının fotosayı dağılımı, modüle edilmemiş göre genişlemiştir. Ayrıca, m modülasyon katsayısı arttıkça fotosayı dağılımı daha çok



genişler. Ölçülmüş fotosayı dağılımlarının  $\langle n \rangle$  ortalama değerleri ve bunlara uygun olan  $\langle \Delta n^2 \rangle$  varyansları hesaplanarak Tablo 2’de verilmiştir.

m	$\langle n \rangle$	$\langle \Delta n^2 \rangle$	$\delta$
0	1,8901	1,8905	0,529
0,3	1,8916	1,9902	0,556
0,5	1,9015	2,1434	0,593
0,6	1,9142	2,2904	0,625

**Tablo 2:** Ölçülmüş fotosayı dağılımlarının deneysel verilere göre hesaplanmış ortalama değerleri ve varyanslarının modülasyon katsayısı m ile ilişkisi

Bununla beraber daha önce elde edilen deneysel verilerin, eşitlik (17)’ye göre yapılan teorik hesaplamalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Böylece elde edilen deneysel sonuçlar, probleme teorik bakışımızın ve hesaplamamızın doğru olduğunu bir daha kanıtlamaktadır. Farklı modülasyon türlerinin optik alanının istatistiksel özelliklerine etkisini anlamak için; aynı  $\langle n \rangle$  ortalama değeri ve m modülasyon katsayısı değerinde, ışınının sinüsel sinyal ve üçgen pulslarla modüle edilmesi sonuçları karşılaştırılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda; her iki modülasyon türünde de foto sayı dağılımlarının, modüle edilmemiş duruma göre genişlediği fakat sinüsel foto sayı dağılımının varyansının, üçgen pulslarla modülasyon durumundakine göre, altı kere büyük olduğu saptanmıştır (Abdullayev 2003). Böylece foto sayı dağılımları yönteminin, modüle edilmiş optik alanların istatistiksel özelliklerinin incelenmesi için önemli bir yöntem olduğu görülmektedir. Bununla beraber bu yöntem, optik iletişim kanallarında oluşan modüle edici (multiplikatif) gürültülerin hesaplanması ve ölçülmesinde uygulanabilir (Abdullayev ve ark. 2005). Ayrıca optik kaynakların

modülasyon yöntemini kullanarak, farklı istatistiksel karakteristiklere sahip olabilen ışınma kaynaklarının modelleştirilmesinin mümkün olduğu açıkça görülür.

Bu kaynakları elde etmek için, kullanılan kaynakların veya modülasyonların türünü değiştirmek gerekmektedir (Abdullayev 2001).

## Kaynaklar

**Abdullayev RA, Deryugin IA, Kurashov VN ve Nastichv NV 1971.** Stastical Characteristics Of Modulated Optical Field Photodetection. 1.General Relationships. Uçyonıye Zapiski Azərbaycan Devlet Üniversitesi, Fizik-Matematik Ser., N3, p.60.

**Abdullayev RA ve Cenik IM 2003.** Investigation of statistical properties of the Modulated laser Radiation. Bakü Devlet Üniversitesinin Haberleri, N3, p143.

**Abdullayev RA, Yüksek M 2005.** Optik Kanallardaki Multiplikatif Gürültülerin Etkisinin Ayırıcı Parametre ile değerlendirilmesi. Fizika, XI, N3, p32.

**Abdullayev RA, Cenik IM 2001.** İstatistikî karakteristikaları değiştirilebilen optik menbelerin alınma metodu hakkında. Bakü Devlet Üniversitesinin Haberleri, N2, p80.

**Deryugin IA, Abdullayev RA, Kurashov VN, Mirzayev AT ve Nastichv NV 1972.** Investigation Of Statistical Properties Of The Laser Under Operating Conditions Of Same Axial Vibrations By Photon Count Method. Radioteknika i Elektronika, XVII, p No:8, p1622.

**Diament P ve Teich MC 1970.** Photoelectron-Counting Distributions for Irradiance-Modulated Radiation. Journal of Optical. Society of America, V60, N5, p682.

**Mandel L 1963.** Progress in Optics, (ed. E. Worf), V2.

**Sheremetyev AG, Svyari M ve Statisticheskaya 1971.** Teoriya Lazernoy Svyazi.



**Çam Odun Nematodu: *Bursaphelenchus xylophilus***  
**(Nematoda: Parasitaphelenchidae)**

**\*Mehmet KARAKAŞ**

Ankara University, Faculty of Science and Engineering, Department of Biology,  
06100 Tandoğan-Ankara, TURKEY

**Derleme Kodu (Review Code): 10-04D**

**Özet:** Çam odun nematodu, *Bursaphelenchus xylophilus* çam solgunluk hastalığına sebep olan bir etkidir. Bu nematodun vektörleri, özellikle *Monochamus* cinsine ait olan uzun-boynuzlu kınkanatlılardır. Bu nematodun Japonya’da tanımlanması, ülkedeki doğal çamlar üzerindeki yıkıcı etkileri sonucu olmuştur. Kuzey Amerika için endemik olan birçok kozalaklı ağaç türü solgunluk hastalığına karşı dirençlidir, fakat birçok egzotik tür ise oldukça hassastır.

**Anahtar kelimeler:** *Bursaphelenchus xylophilus*, Çam odun nematodu, çam solgunluk hastalığı, *Monochamus* spp., uzun-boynuzlu kınkanatlılar

**The Pinewood Nematode: *Bursaphelenchus xylophilus***  
**(Nematoda: Parasitaphelenchidae)**

**Abstract:** The pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* is the causative agent of pine wilt disease. Vectors of this nematode are long-horned beetles especially those belonging to the genus *Monochamus*. The introduction of this nematode into Japan had devastating effects on the native pines in that country. Most species of conifers endemic to North America are resistant to the wilt disease, but many exotic species are highly susceptible.

**Keywords:** *Bursaphelenchus xylophilus*, the pinewood nematode, pine wilt disease, *Monochamus* spp., long-horned beetles

**\*E-mail:** mkarakas@science.ankara.edu.tr

## Introduction

Pine wilt is a disease of pine (*Pinus* spp.) caused by the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner 1934) Nickle, 1970. The pinewood nematode is native to North America and is not considered a primary pathogen of native pines, but is the cause of pine wilt in some non-native pines (Kondo et al. 1982, Mamiya 1983, OEPP/EPPO 1986, Wingfield et al. 1984, Wingfield 1987, Dwinell and Nickle 1989, Dwinell 1997).

The pinewood nematode (Figure 1) is transmitted to conifers by pine sawyer beetles, *Monochamus* spp. (Figure 2) either when the sawyer beetles feed on the bark and phloem of twigs of susceptible live trees (primary transmission) or when the female beetles lay eggs in freshly cut timber or dying trees (secondary transmission) (Figure 3). Nematodes introduced during primary transmission can reproduce rapidly in the sapwood and a susceptible host can wilt and die within weeks of being infested if conditions are favorable to disease development (Wingfield 1983, 1987, OEPP/EPPO 1986, Schroeder and Magnusson 1992, Evans et al. 1993, Dwinell 1997).

Pinewood nematodes introduced to fresh logs or dying trees during egg laying of sawyer beetles feed on fungi introduced by the sawyer and other bark beetles (Kobayashi et al. 1984, Dwinell 1988, 1997, Bowers et al. 1992, Kishi 1995, Evans et al. 1996, Mota and Vieina 2004).

The common presence of the pinewood nematode from such secondary transmission can confound the diagnosis of pine wilt disease. If a dead or dying pine tree with pinewood nematode also has oviposition pits from sawyer beetles at the time of sampling, then pine wilt disease may not be the cause of mortality. The common presence of the pinewood nematode in forest products due to secondary transmission has resulted in restrictions on wood exports (Mamiya 1983, Wingfield 1987, Dwinell 1997, Takuya 2006).

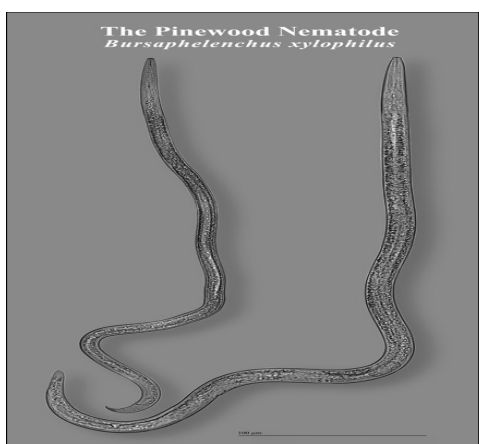


Figure 1. The Pinewood Nematode  
– *Bursaphelenchus xylophilus*



Figure 2. Long-Horned Beetle –  
*Monochamus* spp.

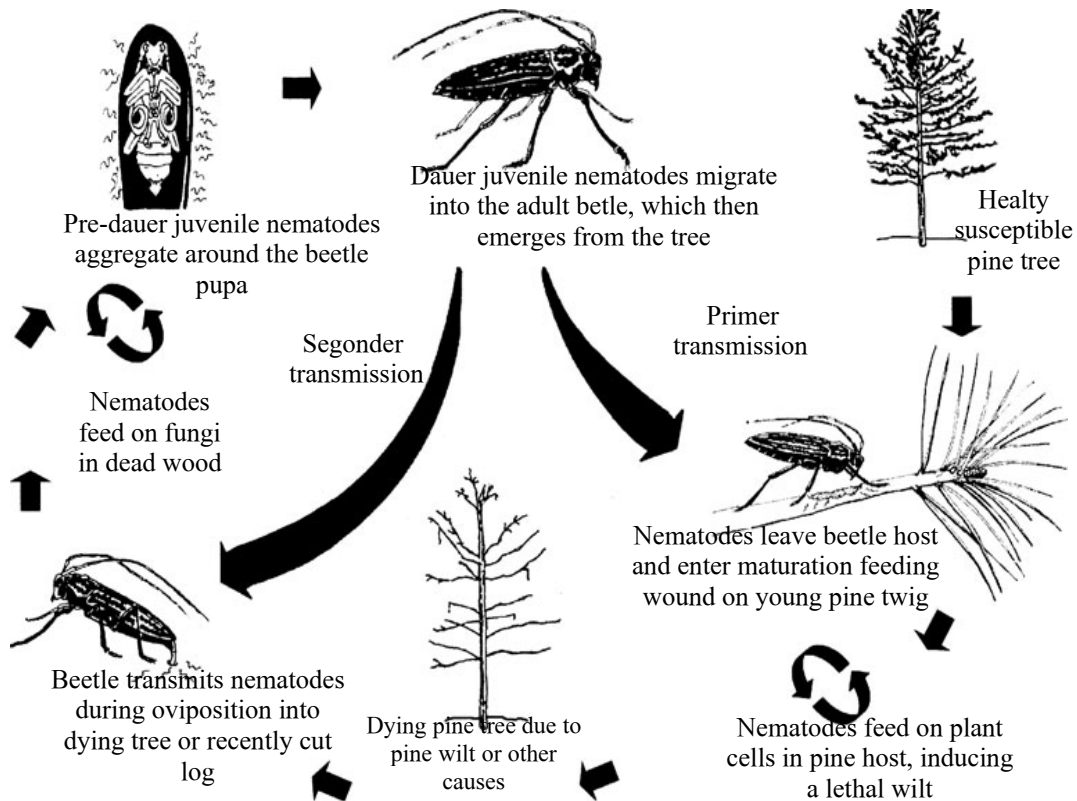


Figure 3. Diagram representing the dispersal mode (primary transmission) and the propagative mode (secondary transmission) of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* by its *Monochamus* vector on a susceptible conifer host. (From Giblin-Davis et al., 2003)

### History

Pine wilt disease was first described in 1905 in Japan, but the pinewood nematode was not identified as the causal agent of this disease until 1971. Since the pinewood nematode was introduced into Japan, it has extensively damaged Japanese red pines (*Pinus densiflora*) and black pines (*Pinus thunbergii*). Analysis of DNA from several studies indicates that the pinewood nematode was introduced to Japan from the United States (Kondo et al. 1982, Mamiya 1983, Linit 1987, Wingfield 1987, Dwinell 1997).

In the United States, the pinewood nematode was first reported in 1934 associated with fungi in timber, but it was not until 1979 that the nematodes was

reported to induce pine wilt disease of non-native pines. Subsequent surveys and studies have established that the pinewood nematode is native to North America and not a threat to native forests. The pinewood nematode has been reported from the United States, Canada and Mexico (Knowles et al. 1983, Wingfield 1984, Kinn 1986, Linit 1987, Bergdahl 1988, Dwinell 1993).

The pinewood nematode is a common secondary colonizer of freshly cut timber and dying conifers. In North America, pine wilt disease occurs predominately in non-native pines that include Austrian (*Pinus nigra*), Scotch (*Pinus sylvestris*) and Japanese red (*P. densiflora*) and black (*P.*

*thunbergii*) pines (Dwinell 1993, Sutherland and Webster 1993).

Asian countries other than Japan began to report presence of the pinewood nematode in the mid-to-late 1980s. Taiwan reported the pinewood nematode in Japanese black pine and luchu pine (*Pinus luchuensis*) in 1985. China and Korea had also reported pinewood nematode in Japanese red and black pines (Li et al. 1983, Tzean and Tang 1985, Yi et al. 1989).

In 1999, Portugal reported the pinewood nematode present in declining maritime pine (*Pinus pinaster*) in the Iberian Peninsula (Mota et al. 1999).

### In Turkey

The pinewood nematode, *Bursaphelenchus anamurius* in *Pinus brutia* was reported from Anamur-Mersin (Turkey) (Akbulut et al. 2007).

After this report, *Bursaphelenchus vallesianus* isolated from a dead Scots pine, *P. sylvestris* in the village of Bahçecik Northeastern Turkey in an area managed by the Trabzon Regional Forestry Directorate is described and illustrated (Akbulut et al. 2008).

### Nematode Characteristics

*B. xylophilus* shows the general characters of nematodes. Lips high and offset, weakly developed stylet with reduced basal knobs, median bulb well developed, dorsal oesophageal gland opening inside median bulb. In the female, the post uterine sac is long. In the male, the tail is curved ventrally, conoid and has a pointed terminus. A small bursa is situated terminally. The spicules are well developed, with a prominent rostrum (Mamiya and Enda 1979, Mamiya 1984, OEPP/EPPO 1986).

*B. xylophilus* can be distinguished by the simultaneous presence of the following three characters. In the male the spicules are flattened into a disc-like structure at their

distal extremity. In the female the anterior vulval lip is a distinct overlapping flap and the posterior end of the body is rounded in nearly all individuals. This last character separates *B. xylophilus* from *Bursaphelenchus mucronatus*, a non-pathogenic species in which the female has a mucronate posterior end. However morphological differentiation between *B. mucronatus* and populations of *B. xylophilus* with mucronate tails is very difficult (Mamiya 1984, OEPP/EPPO 1986).

### Taxonomy

Pinewood nematodes found associated with fungi in logs in the United States were first reported in 1934 as *Aphelenchoides xylophilus*, later renamed *Bursaphelenchus xylophilus*. In 1972, the pinewood nematode was recovered from Austrian (*P. nigra*) and Scotch (*P. sylvestris*) pine and was referred to as *Bursaphelenchus lignicolus* (Mamiya and Kiyohara 1972). By 1981, *B. lignicolus* was synonymized with *B. xylophilus* and was determined to be native to North America (Nickle et al. 1981).

Over 50 known species of *Bursaphelenchus* inhabit trees. *B. xylophilus* and *B. mucronatus* share several morphological characteristics and are sometimes referred to as members of the pinewood nematode species complex (Mamiya and Enda 1979, Nickle et al. 1981).

*B. xylophilus* has a pathogenic form “ r ” and a non-pathogenic form “ m ”. The “ r ” form has a round tail and the “ m ” form (mucro form) has a pointed tail. The “ r ” form usually occurs in pine, and the “ m ” form occurs most often on fir and spruce but occasionally may be found on pine and other conifers. Under natural conditions, most pine wilt disease has been attributed to *B. xylophilus* with the “ r ” form. Webster et

al (1990) grouped these morphological forms and species into the pinewood nematode species complex (PWNSC), and several different molecular techniques have been used to learn more about speciation within the PWNSC (Webster et al. 1990, Abad et al. 1991, Tares et al. 1991, Bolla and Bochert 1993, Harmey and Harmey 1993, Castagnone and Castagnone-Sereno 2005).

### Hosts

*B. xylophilus* is found mainly on *Pinus* spp. Apparently, the dead wood of all species of *Pinus* can act as a substrate for the development of *B. xylophilus*. However, only a limited number of species is susceptible to attack as living trees (OOPP/EPP0 1986).

### The far eastern species:

(In their native habitats)

*Pinus bungeana* (Lacebark Pine)

*Pinus densiflora* (Japanese Red Pine)

*Pinus lunhuensis* (Luchu Pine)

*Pinus massoniana* (Masson Pine - China Red Pine - Horsetail Pine)

*Pinus thunbergii* (Japanese Black Pine)

They are the only species known to be killed by pine wilt disease as mature trees in the field. Many other species have been found to be damaged or killed by the nematode but only under experimental conditions mainly as seedlings in glasshouse (Akbulut et al. 2007).

Other conifers can also act as hosts, primarily *Abies*, *Larix* and *Picea*, but reports of damage are rare. Isolated cases of death of *Picea* and *Pseudotsuga* due to this nematode have been reported in the USA (Malek and Appleby 1984).

### European species:

(Planted in North America)

*Pinus nigra* (Austrian Pine)

*Pinus sylvestris* (Scots Pine)

(Planted in China)

*Pinus pinaster* (Maritime Pine)

### Geographical Distribution

It is presumed that *B. xylophilus* originated in North America and was transported from there to the southern Japanese in infested timber (Nickle et al. 1981, Mamiya 1983, Malek and Appleby 1984). The fact that native American conifers are mostly resistant while Japanese species are susceptible. *B. xylophilus* has spread to other Asian countries from Japan (Li et al. 1983).

**Asia:** China, Hong Kong, Japan, South Korea, Taiwan (Li et al. 1983, Tzean and Tang 1985, Yi et al. 1989, Gu et al. 2006), Turkey-Asia region (Akbulut et al. 2007, 2008).

**Europe:** Austria, Czech Republic, Finland, France, Germany, Italy, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Russia, Sweden, United Kingdom (Smith 1985, McNamara and Stooen 1988, Tomminen et al. 1989, Kulinich and Kolossova 1995, Mota et al. 1999, Běhalová 2006).

**North America:** Canada, Mexico, USA (Knowles et al. 1983, Wingfield 1984, Kinn 1986, Linit 1987, Bergdahl 1988, Dwinell 1993).

### Life Cycle and Biology

The life cycle of the pinewood nematode involves a propagative cycle and a dispersal cycle. The propagative cycle occurs in the sapwood and involves six life stages:

The egg

Four larval stages

The adult

The sequence of egg to adult takes only 4 to 5 days under favorable conditions of adequate wood moisture, temperature and nutrient availability. The first stage occurs within the egg followed by hatching to the second stage, which soon molts into the third stage. There are two forms of the third stage.

a. Larvae that change into fourth stage larvae, which eventually change into adults that remain in infested trees.

b. A non-feeding dispersal stage. The development of the nematode switches to this dispersal mode in the late stages of tree infection after tree death and occurs only in the presence of *Monochamus* pupae within the wood. These third stage larvae aggregate on the wall of the pupal chamber of the sawyer beetle (*Monochamus* spp.) in the xylem, and then molt to a dauerlarvae. The dauerlarvae is a non-feeding larval stage that is specialized for survival during the transport phase of the life cycle. These fourth stage larvae enter the respiratory system of the young adult beetle and are vectored by the beetle to new hosts. The dauerlarvae can molt into adults within 48 hours after transmission to a conifer host (Mamiya and Enda 1979, Mamiya 1983, Dwinell 1997).

The plant feeding phase occurs when pinewood nematodes are introduced into the branches of a susceptible pine by adult sawyer beetles feeding on the young bark. Once the nematodes are introduced, they feed on the epithelial cells and resin ducts in susceptible host trees and can become distributed throughout the sapwood of the branches, trunk and roots. Vascular dysfunction can occur rapidly under dry conditions or with mean summer temperatures above 20 °C resulting in pine wilt and death of a susceptible pine host (Wingfield 1987).

The fungi feeding phase of the pinewood

nematode life cycle occurs in freshly cut softwood and in dead and dying conifers. This is the most common phase and is usually the result of secondary transmission during egg laying by sawyer beetles infested with the pinewood nematode. The pinewood nematodes feed on blue-stain fungi (*Ceratocystis* spp.) and other fungi that typically invade cut timber and dead and dying softwood (Bowers et al. 1992).

**Sawyer beetles:** Pine sawyer beetles (*Monochamus* spp.), also referred to as long horned beetles, serve as vectors of the pinewood nematode. Primary transmission occurs when sawyer beetles feed on the bark of young branches. Pine sawyers infested with the pinewood nematode can transmit the nematode by the way of feeding wounds to a susceptible host and pine wilt can develop under favorable conditions for the disease (Kobayashi et al. 1984, Bowers et al. 1992, Evans et al. 1993, Kishi 1995).

Pine sawyer beetles are attracted to weakened trees or recently cut logs, where they mate and lay eggs. The beetle, will deposit eggs only on trees or logs with the bark attached. The beetle larvae hatch within a week and feed on the phloem. The larvae tunnel into the xylem to form an oval entrance hole and U-shaped galleries. The sawyer beetles overwinter as larvae and then pupate within an enlarged portion of the gallery. The pinewood nematode larvae, introduced by infested beetles along with their eggs, invade the thoracic spiracles and tracheae of the beetle pupa in numbers as high as 289.000. The adult beetle emerges from the tree, leaving a round ¼ - inch-diameter exit hole. Because beetle development is temperature dependent, the number of generations is lower in cold climates and higher in hot climates. In mild climates, there is generally more than one generation per year (Yi et al. 1989, Smith 1991, Dwinell 1995).



## Symptoms

***Bursaphelenchus xylophilus*:** Most pines infected in the spring are often dead by late summer to early fall. Large trees may take two years to die. Vigor of plant does not seem to have a bearing on which plants become infected. Infected plants quickly become stunted. Foliage begins to fade to an off green or slightly yellowish color before turning brown. Dead needles hang on to the branches for a long time. On large trees that take two years to die, the older needles turn yellow first and fall off before the younger needles turn brown. These symptoms can occur any time midsummer to late fall or late winter to spring. Trees infected in the fall do not break bud the following spring (Mamiya and Enda 1979, Mamiya 1983, 1984, Dwinell 1986, Dwinell 1997, Kliejunas et al. 2003, 2006).

Prior to foliar symptoms, the resin content of the wood decreases significantly, but this symptom may go unnoticed unless the tree is pruned. Pines declining from environmental stress or transplant shock will develop symptoms similar to pine wilt. In addition saprophytic nematodes and predator nematodes can be found on the dead pines. Proper identification of the nematodes is important. A laboratory test is necessary to confirm this disease (Mamiya 1983, Zhao et al. 2007, Paulo and Mota 2008).

***Monochamus* spp.:** These insects only oviposit on recently felled trees or trees already under stress. The feeding of the larvae produces feeding tracks on the sapwood under the bark and bore holes into the wood which may make the wood unsaleable (Kobayashi et al. 1984, Gibbons, 1988, Kishi 1995, Togashi 2004).

**Management** Management procedures investigated over the last 15 years include; prevention, host selection, and treatment by

fumigation, irradiation, chemical dips, and elevated temperature. Management of pine wilt disease is primarily limited to prevention. There are no cures for pine wilt disease once a susceptible tree becomes infested with the pinewood nematode. The most effective prevention strategy is to avoid planting non-native pines, such as Scotch (*P. sylvestris*) and Austrian (*P. nigra*) pine, where the mean summer temperature is greater than 20 °C. Where these non-native pines already exist, landowners can reduce susceptibility of high-value landscape trees by watering to avoid drought stress. If they discover infestations landowners can consider removing and chipping infested trees to limit the spread to nearby susceptible trees (Kinn 1986, Dwinell 1994, 1995, 1996, Takeuchi and Futal 2007).

The pinewood nematode can be prevented from infesting softwoods by removing the bark at the time of felling and by avoiding harvesting when the *Monochamus* beetles lay their eggs (July-September). Although most regulations require treatments for all softwoods, some conifer species are rarely colonized by the pinewood nematode. These species include;

*Pseudotsuga menziesii* – Douglas fir

*Sequoia sempervirens* – Redwood

*Abies concolor* – White fir

*Thuja plicata* – Western red cedar

*Tsuga canadensis* – Eastern hemlock and

*Tsuga heterophylla* – Western hemlock.

Many methods have been investigated for treating wood products to eliminate the pinewood nematode. Heat treatments and fumigation currently have some practical use. The pinewood nematode has been eliminated in wood when kiln-dried, or heated to a core temperature of 56 °C or

greater for 30 minutes (Kinn 1986, Dwinell 1990, 1994, 1995, Dwinell et al. 1995, Dwinell 1996). Fumigation with aluminum phosphine has been effective in eliminating the nematode from wood chips (Kinn and Springer 1985, Choi et al. 2007). Over time, other treatments (radio-frequency/vacuum dryer, radio waves and steam, radiation etc...) may be discovered or become more practical (Dwinell and Carr 1991, Eichholz et al. 1991, Dwinell and Carr 1995, Dwinell et al. 1995).

## References

- Abad P, Tares S, Brugier N and Guiran G 1991.** Characterization of the relationships in the pinewood nematode species complex (PWNSC) (*Bursaphelenchus* spp.) using a heterologous un-22 DNA probe from *Caenorhabditis elegans*. *Parasitology*, 102, 303-308.
- Akbulut S, Braasch H, Baysal İ, Brandstetter M and Burgermeister W 2007.** Description of *Bursaphelenchus anamurius* sp. (Nematoda: Parasitaphelenchidae) from *Pinus brutia* in Turkey. *Nematology*, 9, 859-867.
- Akbulut S, Yüksel B, Serin M, Baysal İ and Erdem M 2007.** Pathogenicity of *Bursaphelenchus mucronatus* in pine seedlings under greenhouse conditions. *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 31, 169-173.
- Akbulut S, Elekçioğlu İH and Keten A 2008.** First record of *Bursaphelenchus vallesianus* Braasch, Schönfeld, Polomski and Burgermeister in Turkey. *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 32, 273-279.
- Běhalová M 2006.** Recent surveys for *Bursaphelenchus xylophilus* in the Czech Republic. *EPPO Bulletin*, 36(3), 467-469.
- Bergdahl DR 1988.** Impact of pinewood nematode in North America: present and future. *Journal of Nematology*, 20, 260-265.
- Bolla RI and Bochert M 1993.** Pinewood nematode species complex: interbreeding potential and chromosome number. *Journal of Nematology*, 25, 227-238.
- Bowers WW, Hudak J and Raske AG 1992.** Host and vector surveys for the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner) Nickle (Nematoda: Aphelenchoididae) in Canada. Inf. Rep. N-X-285, For. Can., Nfld. Labrador Reg. 51pp.
- Castagnone CP and Castagnone-Sereno P 2005.** Satellite DNA-based species specific identification of single individuals of the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae). *European Journal of Plant Pathology*, 112, 191-193.
- Choi IN, Kim J, Shin SC and Park IK 2007.** Nematicidal activity of monoterpenoids against the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Russian Journal of Nematology*, 15(1), 35-40.
- Dwinell LD 1986.** Ecology of pinewood nematode in southern pine chips. Res. Pap. SE-258. USDA For. Serv. Southeast. For. Exp. Stn., Asheville, NC. 14 pp.
- Dwinell LD 1988.** Distribution of the pine wood nematode in southern beetle-killed loblolly pine colonized by pine sawyers. *Phytopathology*, 78, 1555 (Abstr.).
- Dwinell LD and Nickle WR 1989.** An overview of the pine wood nematode ban in North America. General Technical Republication. SE-55. USDA Forestry Services. Southeastern Forestry Experimental Station. Asheville, NC. 13 pp.
- Dwinell LD 1990.** Heat-treating and drying southern pine lumber infested with pinewood nematodes. *Journal of Forest Product*, 40, 53-56.

- Dwinell LD and Carr WW 1991.** Using radio waves to eradicate *Bursaphelenchus xylophilus* in southern pine chips. *Journal of Nematology*, 23, 527.
- Dwinell LD 1993.** First report of the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) in Mexico. *Plant Disease*, 69, 440.
- Dwinell LD 1994.** Using heat to decontaminate pine chips infested with the pinewood nematode. Proc. Annu.Int. Res. Conf. Methyl Bromide Altern. Emiss. Reduct., 96 pp.
- Dwinell LD 1995.** The colonization of heat-treated pine logs by *Bursaphelenchus xylophilus* and its *Monochamus* vectors. *Journal of Nematology*, 27, 498 (Abstr.)
- Dwinell LD and Carr WW 1995.** Radio waves and steam, alone or in combination, for the eradication of *Bursaphelenchus xylophilus* in southern pine chips. Proc. Annu. Res. Conf. Methyl Bromide Altern. Emiss. Reduct., 81, pp.
- Dwinell LD, Chung Y, Lee D and Yi C 1995.** Heat-treating loblolly pine lumber to eradicate *Bursaphelenchus xylophilus*: verification tests. Proc. Annu. Int. Res. Conf. Methyl Bromide Altern. Emiss. Reduct., 80 pp.
- Dwinell LD 1996.** Using heat to decontaminate softwood chips, lumber and logs. Proc. Importing Wood Prod., Pest Risk to Domestic Ind., 91 pp.
- Dwinell LD 1997.** The pinewood nematode: Regulation and mitigation. Annual Review of *Phytopathology*, 35, 153-166.
- Eichholz GG, Bogdanov A.A and Dwinell L.D, 1991.** Radiation sensitivity of pine wood nematodes in woodchips. *Applied of Radiation Isothermal*, 42, 177-179.
- Evans H, Hart-Tree M and Kubicek QB 1993.** Risk of transmission of pinewood nematode, its vectors and pine wilt to EC forests. Rep. EC/Canada/USA Tech. Team, 25pp.
- Evans H, McNamara DG, Braasch H, Chadoeuf J and Magnusson C 1996.** Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 26.
- Gibbons N 1988.** *Monochamus sutor* (L.) (Col., Cerambycidae) a foreign longhorn beetle found in Suffolk. Trans. Suffolk. *Nature Society*, 24, 39.
- Giblin-Davies RM, Davies KA, Morris K and Thomas WK 2003.** Evolution of parasitism in insect-transmitted plant nematodes. *Journal of Nematology*, 35, 133-141.
- Gu J, Braasch H, Burgermeister W and Zhang J 2006.** Records of *Bursaphelenchus* spp. intercepted in imported packaging wood at Ningbo, China. *Forest Pathology*, 36, 323-333.
- Harmey JH and Harmey MA 1993.** Detection and identification of *Bursaphelenchus* species with DNA fingerprinting and polymerase chain reaction. *Journal of Nematology*, 25, 406-415.
- Kinn DN and Springer EL 1985.** Using sodium N-methylthiocarbamate to exterminate the pine wood nematode in wood chips. *Journal of Tappi*, 70, 88.
- Kinn DN 1986.** Heat-treating wood chips: a possible solution to pinewood nematode contamination. *Journal of Tappi*, 69, 97-98.
- Kishi Y 1995.** The pine wood nematode and Japanese pine sawyer. Tokyo, 301pp.
- Kliejunas JT, Burdsall HH, DeNitto GA, Eglitis A, Haugen DA, Haverty MI, Micales JA, Tkacz BM and Powell MR 2003.** Pest risk assessment of the importation into the United States of unprocessed logs and chips of eighteen Eucalypt species from Australia. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-137. Madison WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Services, Forest Products Laboratory. 206 p.
- Kliejunas JT, Burdsall HH, DeNitto GA, Eglitis A, Haugen DA, Haverty MI, Micales JA, Tkacz BM and Powell MR 2006.** Pest risk assessment of the important into the United States of unprocessed Pinus logs and chips from Australia. FHTET 2006-06, Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Services, Forest Health Protection. 159 p.

- Kobayashi F, Yamane A and Ikeda T 1984.** The Japanese pine sawyer beetle as the vector of pine wilt disease. *Annual Review of Entomology*, 29, 115-135.
- Knowles K, Beaublen Y, Wingfield MJ, Baker FA and French DW 1983.** The pinewood nematode new in Canada. *For.Chron.*, 59, 40.
- Kondo E, Foudin A, Linit M, Smith M, Bolla R, Winter R and Dropkin V 1982.** Pine wilt disease nematological, entomological and biochemical investigations. Department of Entomology and Nematology, Saga University, Japan, 250p.
- Kulinich OA and Kolossova N 1995.** The potential of the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* to become established in countries of the former USSR. *Russian Journal of Nematology*, 3, 35-48.
- Li GW, Shao GY, Huo YL and Xu FY 1983.** Discovery of and preliminary investigations on pine wood nematodes in China. *Forest Science and Technology*, 7, 25-28pp.
- Linit MJ 1987.** The insect component of pine wilt disease in the United States. See Ref. 68a, 66-73pp.
- Malek RB and Appleby JE 1984.** Epidemiology of pine wilt in Illinois. *Plant Disease*, 68, 180-186.
- Mamiya Y and Kiyohara T 1972.** Description of *Bursaphelenchus lignicolus* n. sp. (Nematoda: Aphelenchoididae) from pine wood and histopathology of nematode-infested trees. *Nematologica*, 18, 120-124.
- Mamiya Y and Enda N 1979.** *Bursaphelenchus mucronatus* n. sp. (Nematoda: Aphelenchoididae) from pine wood and its biology and pathogenicity to pine trees. *Nematologica*, 25, 353-361.
- Mamiya Y 1983.** Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Review of Phytopathology*, 21, 201-220.
- Mamiya Y 1984.** The pine wood nematode. In *Plant and Insect Nematodes*, ed. WR Nickle, New York: Markel Dekker, 589-626 pp.
- McNamara DG and Stooen M 1988.** A survey for *Bursaphelenchus* spp. in pine forest in Norway. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 18, 353-363.
- Mota M, Braasch H, Bravo MA, Penas AC, Burgermeister W, Metge K and Sousa E 1999.** First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europa. *Nematology*, 1, 727-734.
- Mota M and Vieina P 2004.** The pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus*. Proceedings of an International Workshop, University of Evora, Portugal 40p.
- Nickle WR, Golden AM, Mamiya Y and Wergin WP 1981.** On the taxonomy and morphology of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner 1934) Nickle 1971. *Journal of Nematology*, 13, 385-392.
- OEPP/EPPO 1986.** Data sheets on quarantine organisms No. 158, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 16, 55-60.
- Paulo R and Mota M 2008.** Pine wilt disease: A Worldwide Threat to Forest Ecosystems. CPL Scientific Publishing Services Limited, 406 pp.
- Schroeder M and Magnusson C 1992.** Transmission of *Bursaphelenchus mucronatus* (Nematoda) to branches and bolts of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* by the cerambycid beetle *Monochamus sutor*. *Scand. J. For. Res.*, 7, 107-112.
- Smith IM 1985.** Pests and disease problems in European forests. *FAO Plant Protection Bulletin*, 33, 159-164.
- Smith RS 1991.** The use of heat treatment in the eradication of the pinewood nematode and its insect vectors in softwood lumber. Rep. Task. Force Pasteurization Softwood Lumber. Forintek Can. Corp., Vancouver, BC, Canada, 72 pp.
- Sutherland JR and Webster JM 1993.** Nematode pests of forest trees. In *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*, ed Evans K., Trudgill D.L., Webster J.M., PP. 351-380. Wallingford, UK: CAB Int. 648 pp.

- Takeuchi Y and Futal K 2007.** A virulent isolate of the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* survives 7 months in asymptomatic host seedling. *Forest Pathology*, 37(5), 289-291.
- Takuya A 2006.** Transmission mechanism of the pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus*. How does the nematode transfer to and depart from its insect vector? *Journal of The Japanese Forest Society*, 88(5), 407-415.
- Tares S, Abad P, Bruguier N and Guiran G 1991.** Identification and evidence for relationships among geographical isolates of *Bursaphelenchus* spp. (Pinewood nematode) using homologous DNA probes. *Heredity*, 68, 157-164.
- Togashi K 2004.** A new method for loading *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) on adult *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Economic Entomology*, 97(3): 941-945.
- Tomminen J, Nuorteva M, Pulkkinen M and Vakeva J 1989.** Occurrence of the nematode *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya & Enda 1979 (Nematoda: Aphelenchoididae) in Finland. *Silva Fenn.*, 23, 271-277.
- Tzean SS and Tang JS 1985.** The occurrence of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Taiwan. Proc.ROC Symp. Electron Microscope 6<sup>th</sup>, 38-38pp.
- Webster JJ, Anderson RV, Baillie DL, Beckenbach K, Curran J and Rutherford TA 1990.** DNA probes for differentiating isolates of the pine wood nematode species complex. *Revue de Nematologie*, 13, 255-263.
- Wingfield MJ 1983.** Pine wood nematode transmitted to cut timber and girdled tress. *Plant Disease*, 67, 35-37.
- Wingfield MJ, Blanchette RA and Nicholls TH 1984.** Is the pine wood nematode an important pathogen in the United States? *Journal of Forestry*, 82, 232-235.
- Wingfield MJ 1987.** Pathogenicity of pine wood nematode. APS Press, St. Paul, MN: 122p.
- Yi C, Park J and Chang K 1989.** Occurrence of pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et. Buhner) Nickle, and its vector, *Monochamus alternatus* Hope, in Korea. In Proc. IUFRO Reg. Workshop Forest Insect Pests and Tree Diseases, NE Asia, Tsukuba, 183-193 pp.
- Zhao A, Lilin W, Liu W, Xinzhong G, Kang ER, Le Z, Sun KA and Jianghue A 2007.** A novel rapid sampling method for pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae). *Canadian Journal of Forest Research*, 1, 1-9.



## Submerged Fermantasyonu ile *Bacillus subtilis* RSKK96'dan Proteaz Üretimi

\*Nurullah AKCAN<sup>1</sup>, Fikret UYAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 36100 Kars-Türkiye

<sup>2</sup>Dicle Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 21100 Diyarbakır- Türkiye

**Makale Kodu (Article Code): 10-08A**

**Özet:** Bu çalışmada, *Bacillus subtilis* RSKK96'dan submerged fermentasyonu ile proteaz üretimi amaçlanmıştır. Yapılan incelemelerde en yüksek proteaz üretimi 72. saatte yapılan kültürden elde edilmiştir. Kültür ortamına farklı azot ve karbon kaynakları eklendiğinde proteaz üretimi baskılanmıştır. Bununla birlikte aminoasitlerden izoleusin içeren ortam kontrole göre proteaz üretimini %27 arttırmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Bacillus subtilis* RSKK96, proteaz, submerged fermantasyon

### **Protease Production by *Bacillus subtilis* RSKK96 with Submerged Fermentation**

**Abstract:** This study aimed to produce protease by *Bacillus subtilis* RSKK96 with submerged fermentation. Maximum enzyme production was achieved at 72 hours of incubation. Protease production was suppressed when supplementation with different nitrogen and carbon sources in culture medium. However; supplementation with isoleusin aminoacid increased protease production 27% comparing with the control.

**Key words:** *Bacillus subtilis* RSKK96, protease, submerged fermentation

\*E-mail: nurullah.akcan@gmail.com

## Giriş

İnsanoğlu uzun yıllardan beri peynir, şarap ve bira üretimi gibi birçok uygulamada enzimlerin katalitik aktivitelerinden faydalanmaktadır. Mikrobiyal proteazlar hidrolitik enzimler arasında en önemli olanlarıdır ve enzimoloji bilimi ortaya çıktığından beri yaygın olarak incelenmişlerdir. Proteazlar fizikokimyasal ve katalitik özelliklerinde muazzam farklılıklar göstermektedirler ve bu enzimlerle ilgili yapılan çalışmaların birçoğu biyokimyasal ve biyoteknolojik yaklaşımları içermektedir (Rao ve ark 1998, Saeki ve ark 2007).

Proteolitik enzimler dünya endüstriyel enzim pazarının % 60'ını meydana getirirler. Proteaz çeşitlerinden olan alkalik proteazlar gıda, deri ve eczacılık gibi çeşitli endüstrilerde yaygın kullanımlarından dolayı en fazla çalışılmış enzim gruplarından biridir (Gupta ve ark 2002, El-Safey ve ark 2004). Değişik uygulamalardan biri de alkalik proteazların başlıca deterjan endüstrisinde kullanımına yöneliktir. Alkalik proteazlar çeşitli deterjanlarda ve otomatik çamaşır makinesi deterjanlarında kullanılırlar. Proteinli lekeleri parçalama aktivitesi gösterirler (Gupta ve ark 2002).

Submerged fermantasyonu (SmF) genelde sentetik olarak hazırlanmış ortamlarda meydana gelen fermantasyon işlemidir. Mikrobiyal proteazlar bakterilerin kullanılmasıyla submerged fermentasyon yöntemi ile üretilebilirler. *Bacillus* cinsi bakterilerin tercih edilmelerinin nedeni; bu enzimleri sentezleyebilme, çok miktarlarda salgılama yeteneğinde olmaları ve büyüme gereksinimlerinin basit oluşudur. En önemli avantajlarından biri de kuşkusuz patojen olmamalarıdır (Jose ve Kurup 1999)

Bu çalışmada, *Bacillus subtilis* RSKK96'dan submerged fermentasyon (SmF) yöntemi ile alkalik proteaz üretimi ve ortam bileşenlerinin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

## Materyal ve Metot

### 1. Mikroorganizma

Çalışmalarımızda, Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü Kültür Suşları Bölümünden temin edilen *Bacillus subtilis* RSKK 96 kullanılmıştır. *B. subtilis* RSKK96 saklanma koşullarından (-20°C) çıkarılıp 37°C'de 24 saat boyunca LB besiyerinde üretildi. Proteaz üretimi için Luria Broth (LB) sıvı besiyeri kullanıldı. Bu besiyerleri 121°C'de 15 dakika otoklavlanarak steril edildi. 100 mL'lik erlenmayerlerde 20 mL farklı sıvı besiyeri içeren ortamlara 100 µL örnek eklenerek, mikroorganizmalar 0.6 absorbansa gelecek şekilde 37°C'de 24 saat süreyle üretildi.

### 2. Enzim Üretimi ve Optimizasyonu

Uygun inkübasyon süresini belirlemek için mikroorganizma 37°C'de 150 rpm'de 12, 24, 48, 72, 96 ve 120 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. Kültür ortamına azot kaynaklarından pepton, beef extract, kazein, tryptone, üre, yeast extract, amonyum nitrat (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), amonyum klorid (NH<sub>4</sub>Cl), sodyum nitrat (NaNO<sub>3</sub>) ve amonyum sülfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, karbon kaynaklarından çözünen nişasta, patates nişastası, buğday nişastası, mısır nişastası, buğday unu, pirinç unu, soya unu, mısır unu, gliserol, arabinoz, mannoz, ksiloz, laktoz, sukroz, fruktoz, galaktoz ve glukoz %1 konsantrasyonunda, farklı aminoasitlerden L-fenilalanin, L-tirozin, L-lizin, L-sistein ve L-metyonin, glisin, glutamik asit, L-alanin, L triptofan, L-izolözin, L-valin % 0.01 konsantrasyonunda eklenerek uygun inkübasyon süresinden sonunda örnekler +4°C'de 10.000 rpm'de 5 dakika santrifüjlenerek hücre sporelerden arındırıldı. Enzim aktivitesi ve optimizasyon çalışmaları için üst sıvı kullanıldı.

### 3. Proteaz Aktivite Tayini

Proteaz aktivite tayini için 150 µL enzim çözeltisine 250 µL % 0.5 azokazein (0.1 M



Tris-HCl tamponu; pH: 9.0) ilave edilerek 37°C'de 30 dakika inkübe edildi. Bu süre sonunda ortama 1 mL TCA katılarak reaksiyon durduruldu. 15 dakika +4°C'de bekletildikten sonra +4°C'de 10.000 rpm'de 5 dakika santrifüj edildi. 1 mL üst sıvı üzerine 500 µL NaOH ilave edilerek 420 nm'de spektrofotometrik ölçüm ile gerçekleştirildi (Leighton ve ark 1973)

Bir enzim ünitesi deney koşullarında 1 µmol azokazeini 30 dakikada parçalayan enzim miktarı olarak tanımlandı.

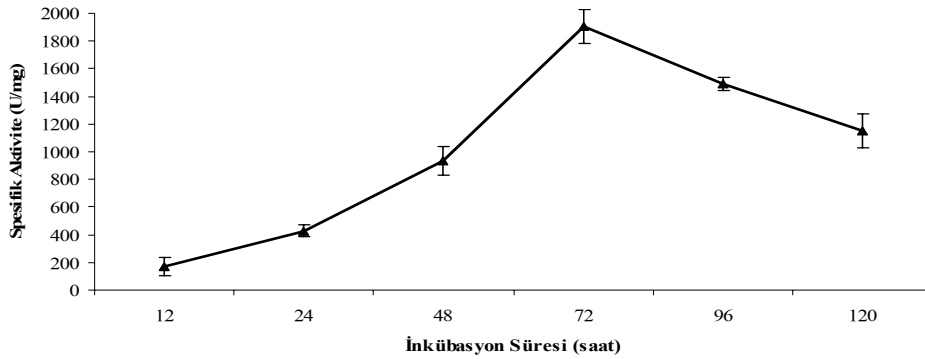
#### 4. Protein Miktar Tayini

Protein miktar tayini standart olarak Bovin Serum Albumin (BSA) kullanılarak Lowry yöntemine göre yapıldı. Standart eğriyi çizmek için derişimi bilinen (5 mg.mL<sup>-1</sup>) Bovin serum albumin'den bir seri standart çözeltiler hazırlandı. Örneklerin protein içerikleri BSA eğrisi standart olarak kullanılarak hesaplandı. Tüplere 2.5 mL alkalın çözeltilisi konulduktan sonra üzerine 25 µL enzim ve 225 µL saf su ilave edildi. Örnekler 15 dakika 40 °C'de su banyosunda bekletildikten sonra üzerine 1:1 oranında saf suyla seyreltilmiş 250 µL Folin Reaktifi (FCR) ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletildi. Bu sürenin sonunda 660 nm'de spektrofotometrik ölçüm yapıldı (Lowry ve ark 1951).

#### Sonuç ve Tartışma

Genel olarak mikroorganizmaların meydana getirdiği proteazlar doğada temel ve kısmen birçok kültür şartlarında indüklenirler. *Bacillus* türleri logaritmik artış öncesi ve durağan fazlarda ekstraselüler proteazları üretirler. Mikroorganizmaların ürettiği ekstraselüler proteazlar aynı zamanda C/N oranındaki farklılardan, glukoz gibi kolay metabolize edilen şekerler ve metal iyonları gibi ortam bileşenlerinden yoğun şekilde etkilenirler. Proteaz sentezi ortamdaki aminoasitler gibi hızlı metabolize edilebilen azot kaynaklarından da etkilenir (El-Safey ve ark 2004, Haki ve Rakshit 2003, Hameed ve ark 1999).

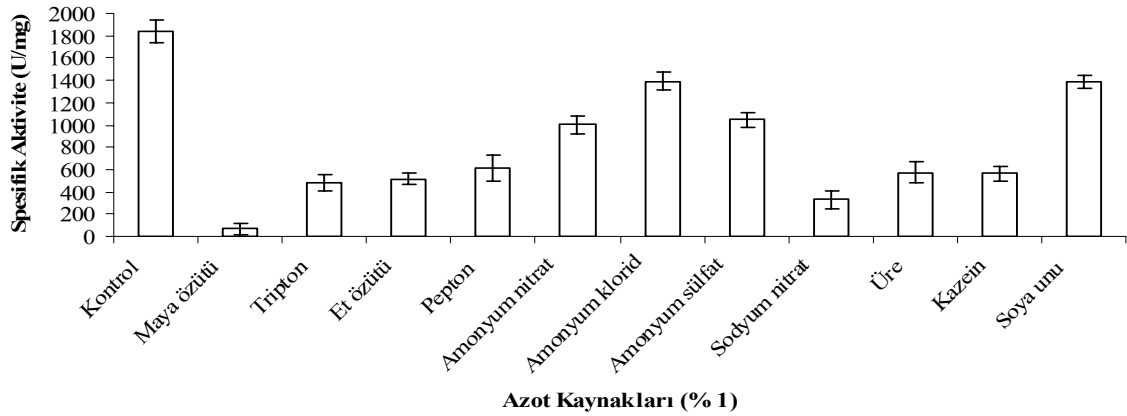
Mikroorganizmaların enzim üretimleri ile büyümeleri arasında bir ilişki söz konusudur. İnkübasyon zamanı ortamın özellikleri tarafından kontrol edilir ve bu olay doğal olarak büyüme ve enzim üretimine bağlıdır. *B. subtilis* RSKK96 LB besiyerinde 12. saatten başlayarak 120. saate kadar kültür edilmesi sonucunda en yüksek proteaz aktivitesi 72. saatte 1903.2 U/mg olarak elde edilmiştir (Şekil 1) Benzer şekilde topraktan izole edilen *Bacillus subtilis*'in proteaz üretimi 72. saatte rapor edilmiştir (Dutt ve ark 2008).



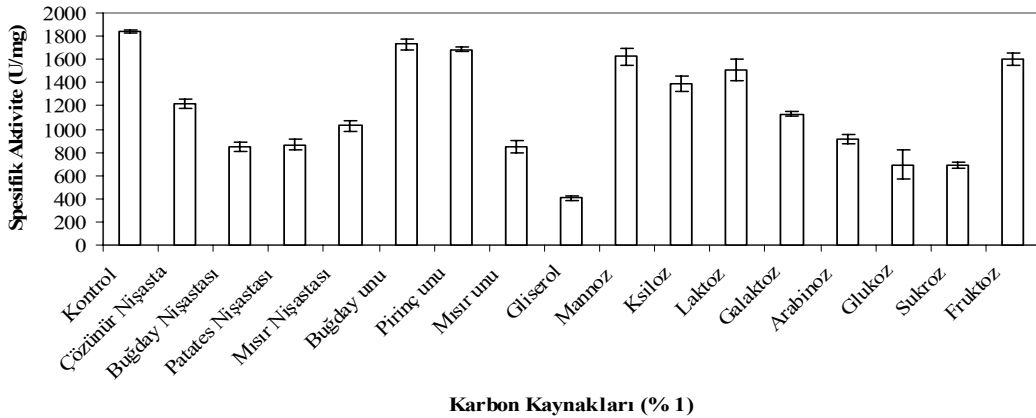
Şekil 1. *Bacillus subtilis* RSKK96' nın proteaz üretimi üzerine farklı inkübasyon sürelerinin etkisi

Kültür ortamlarına eklenen farklı azot kaynaklarından (%1) tümü proteaz üretimini baskılamıştır (Şekil 2). Azot kaynakları arasında yeast extract proteaz aktivitesini kontrole göre yaklaşık olarak %97 oranında inhibe etmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar incelendiğinde *Bacillus* türleri ile yapılan daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara benzer şekilde amonyum tuzları tarafından üreme ve enzim üretiminin baskılandığı olgusunu desteklemektedir (Kole ve ark. 1988). Daha önceki yapılan çalışmalarda *Bacillus* cinsinin birçok türünde karbonhidrat indirgeyen enzimlerin kolayca metabolize edilen substratların varlığında katabolit represyona uğradığı rapor edilmiştir. Yapılan bu çalışmalara benzer şekilde yaptığımız çalışmada SmF ortamına eklenen %1 konsantrasyonundaki karbon kaynaklarının bulunduğu ortamlarda

kültür edilen *B. subtilis* RSKK96'nın ürettiği proteaz aktivite tayinlerinde kontrole (1837 U/mg) göre daha az proteaz üretimi meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 3). Karbon kaynaklarından gliserol kontrole göre proteaz sentezini yaklaşık olarak %78 oranında baskılamıştır. Yapılan önceki çalışmalarda karbon kaynakları *B. subtilis*'in kültür edildiği ortamlara eklenmiş ve proteaz biyosentezi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Genelde saf karbon kaynakları proteaz üretimini inhibe etmekte ve aynı zamanda proteaz biyosentezinin katabolik represyonuna neden olabilmektedir. Elde ettiğimiz sonuçta benzer şekilde diğer çalışmalarda da ortama glukoz eklenmesi sonucu proteaz üretiminde düşüş gözlenmiştir (Wei-Hua 2007).



Şekil 2. *Bacillus subtilis* RSKK96'nın proteaz üretimi üzerine farklı azot kaynaklarının etkisi



Şekil 3. *Bacillus subtilis* RSKK96'nın proteaz üretimi üzerine farklı karbon kaynaklarının etkisi

**Tablo 1.** *Bacillus subtilis* RSKK96'nın proteaz üretimi üzerine farklı aminoasitlerin etkisi

Aminoasitler (%0,01)	Spesifik Aktivite(U/mg)
Kontrol	1842.5±79.1
Glisin	1796.4±76.5
L-lizin	1623.8±88.0
L-trozin	1611.4±56.7
L-sistein	1436.4±51.3
Glutamik asit	1431.4±69.4
L-alanin	1414.7±94.7
L-triptofan	1539.8±92.9
L-fenilalanin	1745.2±129.3
L-izolözin	2342.9±59.7
L-valin	1755.8±77.6
L-metyonin	1535.8±64.6

SmF ortamına eklenen %0.01 konsantrasyonundaki aminoasitlerin bulunduğu ortamlarda kültür edilen *B. subtilis* RSKK96'dan proteaz üretimi izölosin içeren ortamda kontolden elde edilen değerden %27 daha fazla bulunmuştur. Diğer aminoasitleri içeren ortamlardaki tüm aktivite tayinleri kontrolden düşük çıkmıştır. L-alanin içeren ortamda enzim üretimi önemli oranda baskılanmıştır (Tablo 1). Yapılan önceki bir

çalışmada Ile, Cys, Phe, Asp, Glu, Met içeren ortamların *B. stearothermophilus*'un büyümesini uyardığı rapor edilmiştir. Aynı şekilde *B. subtilis*'in kültür edildiği ortama arjinin, sistein, glutamik asit, izolösin, lizin, metyonin, aspartik asit, prolin, fenil alanin, glisin, valin ve triptofan eklediğinde en yüksek proteaz aktivitesi valin bulunan ortamda elde edilmiştir.

## Kaynaklar

- Dutt K, Meghwanshi GK, Gupta P, Saxena RK 2008.** Role of casein on induction and enhancement of production of a bacterial milk clotting protease from an indigenously isolated *Bacillus subtilis*. *Letters in Applied Microbiology* 46, 513-518
- El-Safey EM and Abdul-Raouf UM 2004.** Production, purification and characterization of protease enzyme from *Bacillus subtilis*. In: International Conferences For Development And The Environment In The Arab World, Assiut Univ.. p 14.
- Haki GD and Rakshit SK 2003.** Developments in industrially important thermostable enzymes: a review. *Biores. Technol.* 89, 17-34.
- Hameed A, Keshavarz T, Evans CS 1999.** Effect of dissolved oxygen tension and ph on the production of extracellular protease from a new isolate of *Bacillus subtilis* K2, for use in leather. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*.74, 5-8
- Gupta R, Beg QK, Lorenz P 2002.** Bacterial alkaline proteases: molecular approaches and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 59, 5-32.
- Jose J and Kurup GM 1999.** Purification and characterization of an extracellular lipase from a newly isolated thermophilic *Bacillus pumilus*. *Ind. J. Exp. Biol.* 37,1213-1217.
- Kole MM, Draper I, Gerson DF 1988.** Protease production by *Bacillus subtilis* in oxygen-controlled, glucose fed-batch fermentations *Appl Microbiol Biotechnol.* 28: 404-408
- Leighton TJ, Doi RH, Warren RAJ, Kelln RA 1973** The relationship of serine protease activity to RNA polymerase modification and sporulation in *Bacillus subtilis*. *J Mol Biol.* 76, 103-22.
- Lowry OH, Rosbrough NJ, Farr AL, Randall RJ 1951.** Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265.
- Rao MB, Tanksale AM, Ghatge MS, Deshpande VV 1998.** Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 62, 597-635.
- Saeki K, Ozaki K, Kobayashi T, Izo S 2007.** detergent alkaline proteases: enzymatic properties, genes, and cristal structures. *J. Biosci. Bioeng.* 103, 501-508
- Wei-Hua C 2007.** Optimization of extracellular alkaline protease production from species of *Bacillus*. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 34, 241-245

## Yarı İletken Denetimli Tesla Transformatörü

\*Sırrı Sunay GÜRLEYÜK<sup>1</sup>, Halit TAŞKIN<sup>2</sup>, Zehra SARAÇ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
Bölümü, 67100 Zonguldak-TÜRKİYE

<sup>2</sup>Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü,  
67100 Zonguldak-TÜRKİYE

<sup>3</sup>Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
Bölümü, 67100 Zonguldak-TÜRKİYE

**Makale Kodu (Article Code): 10-09A**

**Özet:** Bu çalışmada bir Tesla bobininin eşdeğer devre parametreleri belirlenerek eşdeğer devresi çıkarıldı. Hava nüveli transformatörün çıkışında yüksek test gerilimi üretebilecek rezonans frekansı belirlendi.

DeneySEL Tesla transformatör düzeneği; Tesla bobini, basit bir fonksiyon üretici ve yüksek frekansta anahtarlama yapabilen bir yarıiletken eleman kullanılarak oluşturuldu. Hızlı bir kıyıcı kullanarak primer ve sekonder arasında indükleme sağlayacak yüksek frekans üretildi. Çıkış gerilim seviyesi 200.000-250.000 Volt olan bir güç kaynağı gerçekleştirildi. Böylece elektronik kontrollü, yüksek frekanslı yüksek gerilimler elde edildi.

**Anahtar Sözcükler:** Tesla Transformatörü, MOSFET, Yüksek Gerilim, Rezonans Frekansı, Yalıtkanlık Testi

## Tesla Transformer Controlled by Semiconductor

**Abstract:** In this paper, equivalent circuit of a Tesla Coil is analyzed and its parameters are determined. The resonance frequency is defined to generate a high test voltage in the output of the air cored transformer.

An experimental Tesla transformer system is designed by using a few simple tools as a Tesla Coil, function generator and ultra-fast semiconductor switch. A high frequency is generated to induce voltage between primary and secondary by using high frequency DC chopper. Finally a power supply which generates 200.000-250.000 Volts is implemented. Thus completely semiconductor controlled high voltage is produced.

**Keywords:** Tesla Transformer, MOSFET, High Voltage, Resonance Frequency, Isolation Test

\*E-mail: gurleyuk@iname.com

## Giriş

Tesla bobini primeri az (5-10 sipir) ve sekonderi çok (1000-2000 sipir) sarımlı ve hava nüveli bir transformatördür. Primer ile sekonder arasındaki hava aralığı en az birkaç cm dir. Bu yüzden sekonderde gerilim indükleyebilmek amacıyla primere uygulanan gerilimin genliğinin veya frekansının ya da her ikisinin birden yeterince yüksek olması gerekmektedir.

Nicola Tesla (1856-1943) elektriğin en önemli bilim adamıdır (Cheney 1981). Tesla bobini onun birçok buluşundan biridir (Nikola Tesla Museum, 2008). 1891 yılında icat ettiği bu transformatör hava nüveli bir rezonans düzeneğidir. Klasik Tesla transformatör sisteminde kullanılan Tesla bobini haricindeki başlıca elemanlar ark elektrotları (eklatör), yüksek gerilim kondansatörleri, yüksek gerilim transformatörleri (Örneğin Neon Transformatörü) ve yüksek gerilim kıyıcısıdır (Boonseng ve Apiratikul 2001). Yüksek gerilim kıyıcısının ark elektrotları ya sabit ya da döner tiptedir. Eğer sabit tipte ise devrenin çalışması rezonans olayına dayanır. Rezonans frekansı kondansatörün kapasitesine, primer sargının endüktansına, elektrotların şekline/aralığına ve gerilim seviyesine bağlıdır (Kolchanova 2003).

Döner atlama elektrotlu tipte ise disk ve çark kullanılarak primer gerilimi yüksek frekansta kıyılır. Böylece 5-15 KV civarındaki şebeke frekanslı Neon transformatörünün çıkışı en fazla birkaç kHz den başlayıp 200 kHz' e kadar kıyılabilir. Kıyım frekansının değerini disk çapı, elektrot sayısı ve motor hızı belirler. Bu tipteki atlama elektrotları daha yüksek güçte Tesla transformatörlerinde kullanılır (Paraliev vd 2005). Girişte kullanılan demir nüveli orta gerilim transformatörü, girişindeki sinüs değişimini aynı frekansta çıkışına aktarmasına rağmen kıyım işlemi sonucu oluşan dalganın şekli kare

biçimindedir. 500 kV ve daha yüksek olabilen ve kare dalga ile sürülen Tesla transformatörü analiz edildiğinde parazitik kapasite, bu kapasiteden etkilenen rezonans, öz ve ortak endüktansların sistemin çalışmasını etkilediği görülmüştür (Kim vd 2008).

Klasik Tesla sisteminin bazı olumsuzlukları vardır:

1- Yüksek gerilim kondansatörünün temininde güçlük (genellikle el yapımı kullanılır).

2- Kıyım işleminin binlerce voltluk gerilim seviyesinde yapılmasının zorluğu

3- Atlama elektrotlarında yüksek ses ve parlak ışık oluşturan plazma ortamının meydana gelmesi. Arkın parlaklığı kaynak makinelerindeki ışık kadar rahatsız edicidir. Yayıdığı ses ise yakınlarında oldukça şiddetlidir. Bu sebeplerden ötürü ark elektrotu olarak ta isimlendirilir. Döner atlama elektrotlu tiplerde ise ayrıca motor kullanmak gerekmektedir.

4- Tesla bobinin çıkışından alınan yüksek gerilim yüz binlerce Volt seviyesindedir. Fakat genliği ve frekansı genellikle ölçülemez ve kontrol edilemez.

Bu çalışmada bütün bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla yarıiletken sürücü düzeneği kullanılmıştır. Devrenin sade oluşu, gerekli malzemenin kolay ve ucuz olarak temin edilebilmesi önerilen sistemin diğer önemli üstünlükleridir.

Klasik Tesla Transformatörü ışık oyunları yapan bir düzenek olup sadece eğitim amaçlıdır ve görsellik sunar.

Çıkışta elde edilen yüksek gerilimin genliğini ve rezonans frekansını ayarlamak oldukça zordur. Tesla transformatörü hava nüveli bir transformatör olup ancak ve ancak primer ile sekonder rezonansa getirildiğinde yüksek gerilim indükleyebilen bir sistemdir (Costa 2009).

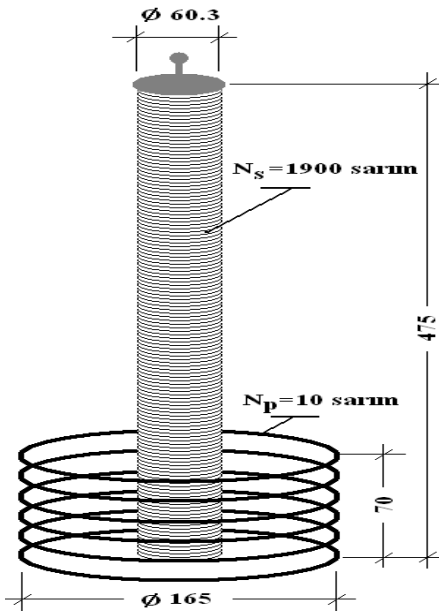
Elektronik sürücülü Tesla transformatörü rezonans frekansı gibi yüksek sayılabilecek bir frekansta kolaylıkla çalıştırılabilen çıkış gerilimi ölçülebilir ve ayarlanabilir bir yüksek test gerilimi üretici olarak kullanılabilir.

İleriki bölümlerde örnek bir Tesla bobininin eşdeğer devre parametrelerinin belirlenmesi, rezonans frekansının hesaplanması ve MOSFET kullanılan yarıiletken sürücü devresi anlatılacaktır. Girişe uygulanan işaret, primer ve sekonder sargılarda indüklenen gerilimlerin ölçüm yöntemi ele alınacak ve dalga biçimleri verilecektir.

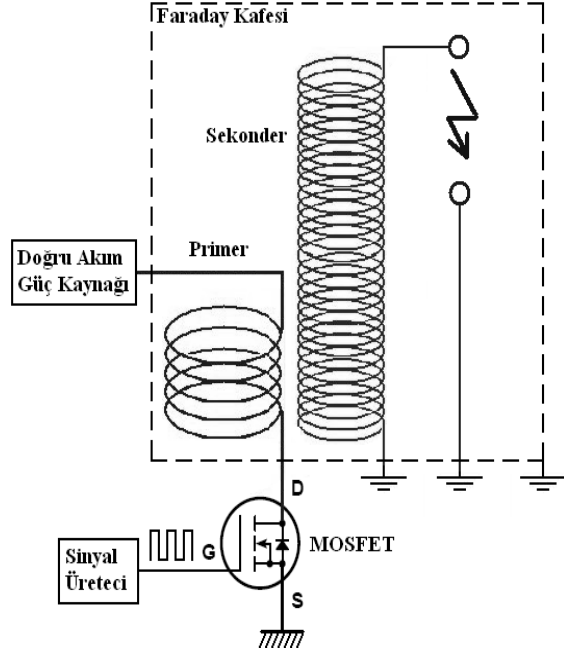
Son bölümde ise elde edilen veriler yorumlanıp sistemin etkinliği, kullanım alanları ve özellikleri tartışılacaktır.

### Tesla Bobininin Çalışması ve Eşdeğer Devresi

Bu çalışmada kullanılan Tesla bobininin geometrik ölçüleri Şekil 1 de ve tasarlanan deney düzeneği Şekil 2 de yer almaktadır.



Şekil 1. Tesla Bobini (ölçüler mm cinsindedir)



Şekil 2. Yarıiletken denetimli yüksek gerilim üretici

Devrede yarıiletken eleman olarak MOSFET tercih edilmiştir. MOSFET'in diğer yarıiletken anahtarlar elemanlarına göre avantajı daha yüksek frekanslarda anahtarlama işlevi görebilmesidir.

Deney düzeneği ile yapılan çalışmalarda yüksek frekansta çekilen akım 1A ve uygulanan doğru gerilimin 60V civarındadır. Fakat anahtarlama esnasında MOSFET'in uçlarındaki gerilim seviyesi primerdeki indükleme nedeniyle 500-800V tepe değerine ulaşmaktadır. Bu yüzden anma değeri en az 2A ve 500V olan bir MOSFET gereklidir. MOSFET seçimindeki diğer önemli husus da anahtarlama hızını belirleyen zaman parametreleridir.

Bunlar:

- İletim gecikme zamanı  $t_{D(ON)}$
- Yükselme zamanı  $t_r$
- Kesim gecikme zamanı  $t_{D(OFF)}$
- Düşüş zamanı  $t_f$
- Geri toparlanma süresi  $t_{rr}$

Sistem yüksek frekansta anahtarlama yaptığı için bu parametreleri olabildiğince küçük değere sahip bir MOSFET tercih edilmelidir.

### Kullanılan Tesla Bobinin Teknik Özellikleri

Kullanılan Tesla transformatörüne ait teknik özellikler Tablo 1’ de verilmiştir. Bu transformatörün dönüştürme oranı

$$\ddot{u} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{1900}{10} = 190 \text{ olarak hesaplanır.}$$

Tablo 1: Kullanılan Tesla bobinin teknik özellikleri

Kısım	N Sarım Sayısı	D Bobin çapı (mm)	d Tel çapı (mm)	h Bobin yüksekliği (mm)	R Sargı direnci ( $\Omega$ )	L* Sargı endüktansı
Primer	10	165	3.264 (8 AWG)	70	0.015	20.29 $\mu$ H
Sekonder	1900	60.3	0.203 (32 AWG)	475	193.8	25.45mH

\* TOPWARD 5010 LCR metre ile 1kHz de ölçülen değerlerdir

Ölçüm sonuçlar olarak Tablo 1 de verilmiştir.

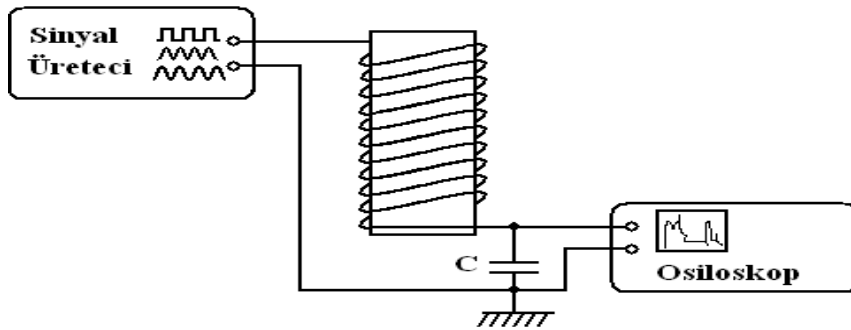
Primer ve sekonderin sargı endüktansları daha hassas olarak Şekil 3’ deki ölçme düzeneği ile belirlenir. Bu düzende endüktansı ölçülecek bobine seri bir kondansatör bağlanır ve seri devreye frekansı ayarlanabilir bir işaret uygulanır. Kondansatörün uçlarındaki işaret osiloskop ile gözlenir. İşaret genliğinin maksimum olduğu frekans bu kapasite değerinde LC

devresinin self rezonans frekansıdır. Kondansatör değeri bilindiğinden

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

formülünden

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



Şekil 3. Öz endüktans ölçüm düzeneği

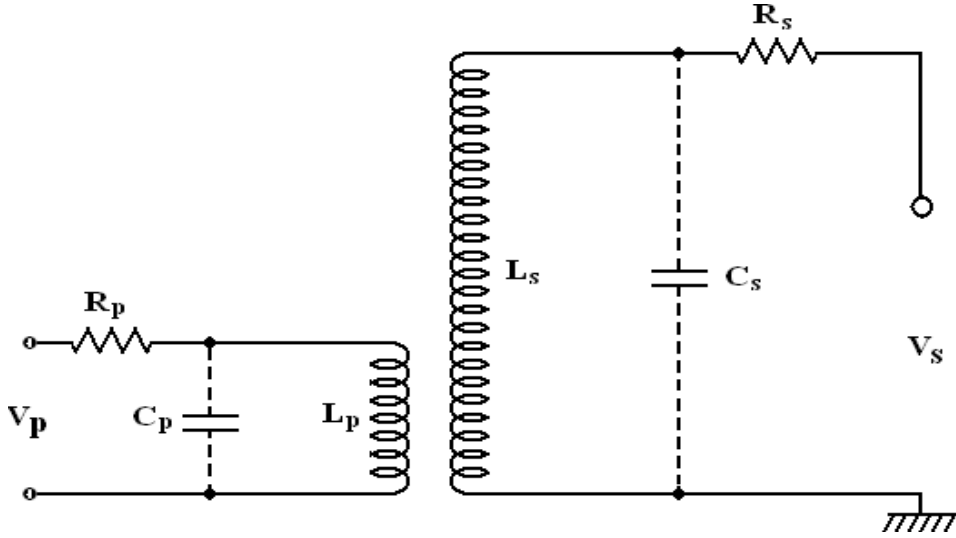


Rezonans frekansı denklemi kullanılarak bobin endüktansı  $L = \frac{1}{(2\pi f)^2 C}$  ile hassas olarak belirlenir. Primer devre için  $C=1nF$  kullanıldığında rezonans frekansı 970 kHz ve

$$L_1 = \frac{1}{(2 \times 3.14 \times 970 \times 10^3 \text{ Hz})^2 (1 \times 10^{-9} \text{ F})} = 26.9 \mu\text{H}$$

olarak belirlenir. Benzer şekilde sekonder sargı için deney yapıldığında  $C = 0.1 \mu\text{F}$  lık seri kondansatör için rezonans frekansı  $f_{r2}=3.38 \text{ kHz}$  ve  $L_2=22.1 \text{ mH}$  olarak hesaplanmıştır. Bunlar ölçülen (Tablo1' de verilen) değerlere yakın olup daha hassas ölçüm sonuçlarıdır.

Şekil 2 deki deney düzeneğinin devre diyagramı ve parametreleri Şekil 4' de verilmiştir.



Şekil 4. Tesla Transformatorü devre şeması

Bu şekilde “p” indisleri Primer ve “s” indisleri sekondere ait devre parametreleridir.  $C_p$  ve  $C_s$  kondansatörleri gerçekte bobine paralel bağlı olmayan kaçak kapasiteleri göstermek amacıyla kesikli olarak çizilmiştir.

Primer ve sekonderin self rezonans frekansları birbirinden farklı olmakla beraber primerin sekonderde gerilim indükleyebilmesi için ortak bir rezonans frekansı değeri söz konusudur. Bu değer 385 kHz olarak ölçülmüştür. Bu ortak rezonans frekansında

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_p C_p}} \quad f_{r2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_s}}$$

$$f_{r1} = f_{r2} = f_r$$

olabilmesi için  $L_p C_p = L_s C_s$  olmalıdır (Pungisiri ve Chotigo, 2008). Rezonans frekansının değerini kullanarak

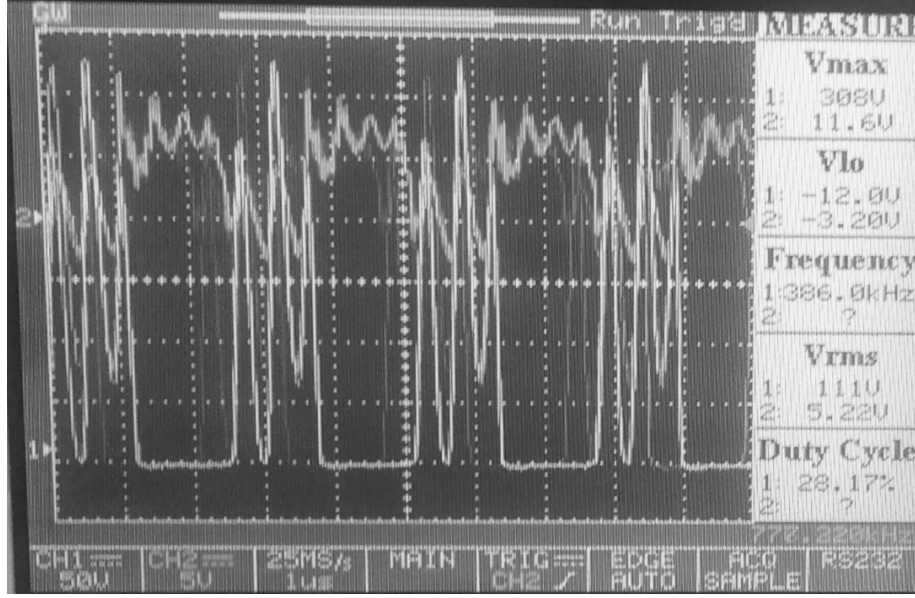
$$C_p = \frac{1}{(2\pi f_r)^2 L_p} = \frac{1}{(6.28 \times 385 \times 10^3)^2 26.9 \times 10^{-6}} = 6.35 \text{ nF}$$

ve

$$C_s = \frac{1}{(2\pi f_r)^2 L_s} = \frac{1}{(6.28 \times 385 \times 10^3)^2 22.1 \times 10^{-3} \text{ H}} = 7.7 \text{ pF}$$

olarak belirlenir.

Deneyler Şekil 2 deki düzenek kullanılarak yapılmıştır. Burada girişteki doğru gerilim 40 Volt olarak ayarlanmıştır. Rezonans frekansı kullanıldığında primerde indüklenen gerilim ve uygulanan işaretin dalga biçimleri Şekil 5' de görülmektedir

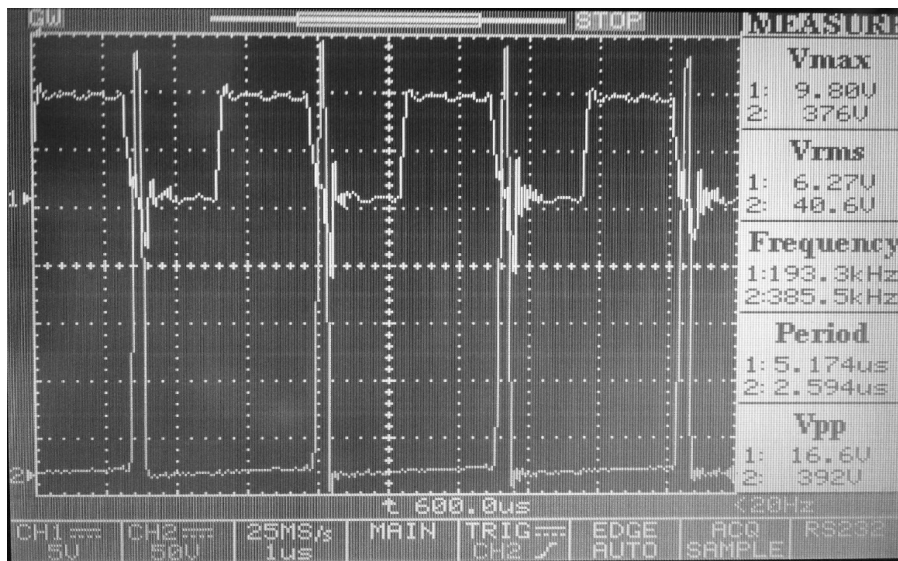


Şekil 5. Rezonans frekansında primer gerilimi

Giriş işareti normal olarak kare dalgadır. Fakat bu işaret sistemde etkileşim nedeniyle kısmen bozulmaya uğramaktadır.

Çıkış dalgası da bu yüksek frekansın kendi bobininde indüklediği gerilimi de içerecek şekilde kanal 1 olarak Şekil 5' de verilmiştir. Bu iki dalga biçiminden giriş ve kare dalga işaretinin inen ve çıkan kenarında bobinde gerilim indüklendiği

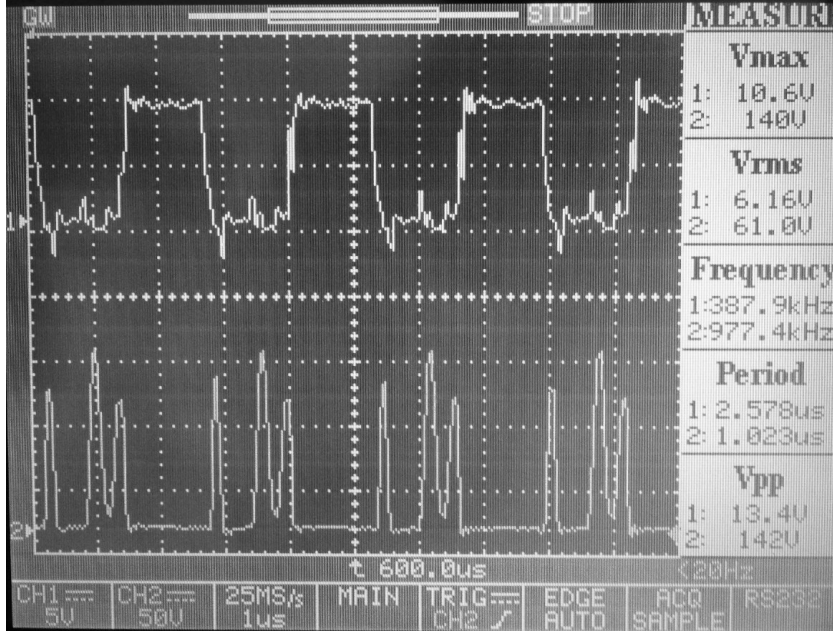
görülmektedir. Girişte uygulanan doğru gerilim 40V civarında olmasına rağmen, rezonans frekansında indüklenen bu gerilimin tepe değeri 308V olup girişteki doğru gerilim yaklaşık 10 katı civarındadır. Sekonderde yüksek gerilimi oluşturan da bu rezonans frekanslı primerde indüklenen gerilimdir.



Şekil 6. Sekondersiz primer gerilimi (20V D.A. besleme durumunda)

Primerde indüklenen gerilim sekonder sargısı yerinden çıkarılmış iken Şekil 6' da ve sekonder sargısı takılı iken ise Şekil 7' deki gibi girişteki kare dalga işareti ile birlikte görülmektedir. Bu iki şeklin karşılaştırılmasından anlaşılacağı üzere rezonans frekansında primer tarafı sekonderde indüklenen gerilimden

etkilenmektedir. Sekonder çıkartılmış ve rezonans frekansı olan 385,5 kHz gibi yüksek değerde iken özendüklem gerilimi çok hızlı artmaktadır. Bu nedenle primere uygulanan doğru gerilim 14V değerinde tutularak Şekil 6 ve 7 deki değişimler gözlenmiştir.



Şekil 7. Sekonderli primer gerilimi (20V D.A. besleme durumunda)

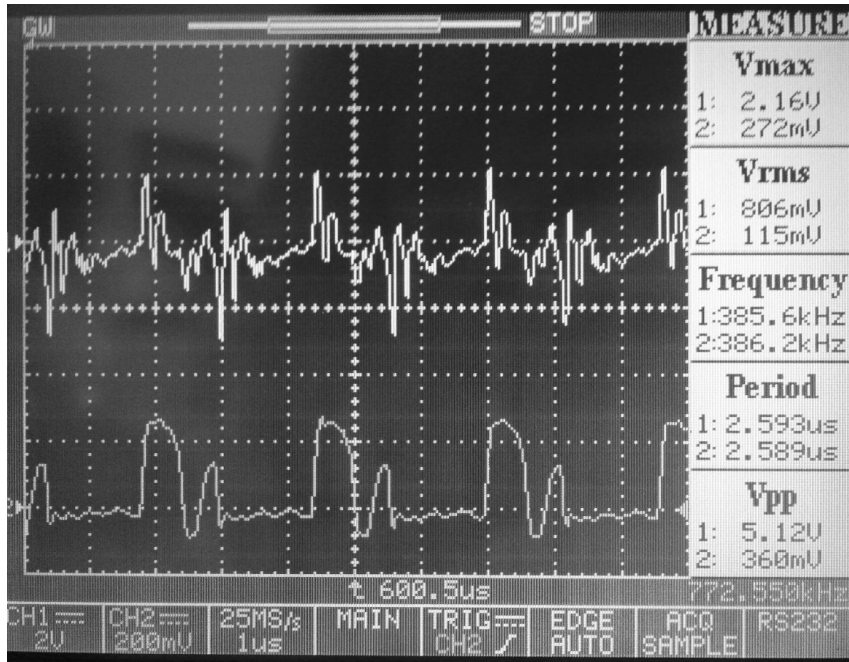
Şekil 6 ve 7 karşılaştırıldığında bazı ilgi çekici sonuçlara rastlanmaktadır. Şekil 6'da sekonder sargı yerinde değilken primere uygulanan kare dalganın düşen kenarında yüksek gerilim indüklenmektedir. Sekonder sargı yerinde iken düşen kenardaki bu gerilimin zayıfladığı fakat yükselen kenarda ve arada başka indükleme gerilimleri oluşmaktadır. Bunun nedeni rezonans frekansında sekonder sargının primer ile etkileşimi ve parazitik kapasite etkisidir. Şekildeki üç pik gerilimin toplamının sekondersiz durumdaki gerilime eşit olması da diğer bir ilginç durumdur.

Sekonder sargıda indüklenen gerilim etkisiyle kare dalganın sadece düşen

kenarında değil aynı zamanda çıkan kenarında ve bu ikisinin arasında da gerilim pikleri oluşmaktadır. Yani rezonans frekansında primer sekonder tarafında gerilim indüklenirken sekonderden yansıyan dalga da bir zıt emk ile primerdeki dalga şeklini değiştirmektedir. Sistemin hem primer ve hem de sekonderinde indüklenen gerilimin değerini etkileyen neden tam olarak bilinmemekle beraber parazitik kondansatörün bunda etkili olduğu düşünülmektedir. Parazitik kondansatör gerçekte dışarıdan bağlanan bir eleman değildir. Şekil 4'de kesikli çizgilerle gösterilen  $C_p$  ve  $C_s$  kapasiteleri sargılar arasındaki kaçak kapasitelerdir ve parazitik kondansatör olarak adlandırılır. Kare dalga

şeklinde kıyılmış dalganın yükselen ve düşen kenarında oluşan basamak gerilimlerin etkisiyle çıkış gerilimi yansıyan gerilimlerin toplamı şeklinde yüksek gerilim üretir. Bu gerilimin büyüklüğü transformatörün dönüştürme oranı ile açıklanamayacak kadar büyüktür (Kim vd 2008). Sekonderde de indüklenen yüksek gerilimi ölçmek amacıyla 1/10.000 dönüştürme oranına sahip gerilim bölücü direnç zinciri kullanılmıştır. Ölçülen gerilimim dalga biçimi Şekil.8 de verilmiştir. Alttaki grafikte primer dalga biçimi, üsttekinde ise sekonder dalga biçimi görülmektedir. Buradaki ile Şekil 5 ve 8 deki primer dalga biçimleri birbirine

benzememektedir. Şekil 8’de diğerlerinde var olan üçüncü pik kaybolmuştur. Şekil 5 ve Şekil 8 maksimum giriş gerilimi olan 60V doğru gerilimdeki değerlerdir. Gerilim bölücü direnç varken 308V’ luk indüklenen gerilim 272V seviyesine düşmektedir. Bunların nedeni Şekil 8’ deki grafiklerin 1/1000 oranlı gerilim bölücü direnç ile ölçülmesidir. Diğer şekillerde gerilim doğrudan ölçülmüştür. Yani direnç üzerinden ölçüm dalga şeklinin değişmesine ve genliğinin azalmasına sebep olur. Bu yüzden üstteki grafikte sekonder gerilimi 21,6kV görünmekle beraber gerçek değeri çok daha büyüktür.



Şekil 8. Primer ve Sekonder gerilimleri

Ölçme düzeneği bir gerilim bölücü direnç zinciri şeklindedir. Bu halde sekonder de indüklenen gerilimin en yüksek değeri 21.600 Volt olarak belirlenmiştir. Gerilim bölücü direnç zinciri sekondere

paralel olarak bağlandığından ölçülen gerilim gerçek çıkış gerilimi demek değildir. Sadece üretilen gerilimin dalga şeklini göstermek içindir. Paralel dirençler çıkarıldığında gerçek sekonder gerilimi

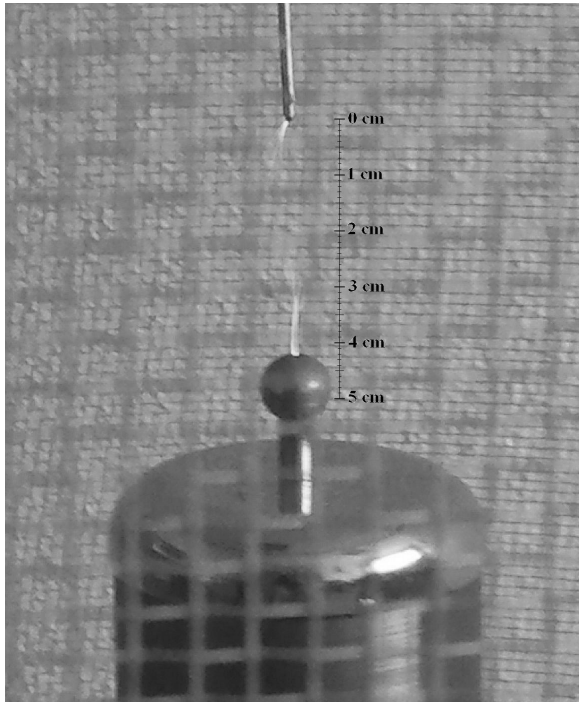
ölçülenden çok daha büyüktür. Fakat bu durumda ölçmek imkansızdır. Sadece yüksek gerilimin atlama mesafesine bakarak gerilimin mertebesi hakkında bir fikir edinilebilir.

Şekil 9 da frekans 385.5 kHz, giriş gerilimi  $V_{DC}=60V$  için oluşan arkın fotoğrafı görülmektedir. Bu şekle bakarak havanın delinme dayanımının 30 kV/cm olduğu da göz önüne alınarak üretilen çıkış geriliminin 200.000-250.000V arasında olduğu söylenebilir (Cheng 1989). Normal transformatör dönüştürme oranına göre çıkış geriliminin

$$V_s = \ddot{u}V_p = 190 \times 60 = 11400 \text{ Volt}$$

olması gerekirken parazitik kondansatör ve rezonans etkisi ile çıkışta bu değer onlarca katı büyüklüğünde bir gerilim meydana gelmektedir.

Bu çıkış geriliminin seviyesi giriş gerilimi değiştirilerek veya primer sarım sayısı değiştirilerek ayarlanabilir.



Şekil 9. Yüksek gerilimde oluşan ark

## Tartışma

Bu çalışmada gerçekleştirilen yarıiletken kontrollü Tesla transformatör düzeneğinin klasik Tesla transformatörü sistemlerine göre bir çok üstünlüğü bulunmaktadır.

- Yüksek gerilim transformatörüne ihtiyaç olmaması
- Döner mekanik bir anahtarlama düzeneğinin (Kurs veya çark sistemi) gerekmemesi
- Atlama elektrotlarındaki ses ve ışık gürültüsünün olmaması
- Yüksek gerilim kondansatörü kullanılmaması
- Kolay ve ucuz temin edilebilir elemanlarla gerçekleştirilebilmesi

Bu avantajlardan bazılarıdır. Yarıiletken kontrollü Tesla transformatöründe basitçe alçak seviyeli bir doğru gerilim, MOSFET ile yüksek frekansta anahtarlansak yüzlerce kilovolt gerilimler üretilmiştir. Kullanılacak MOSFET n kanallı ve zaman parametreleri küçük değerli APT1201...,APT1001..., IRF710-740, IRFP460 elemanlarından birisi olabilir ve bunların teknik özellikleri detaylı olarak veri sayfalarında (datasheet) bulunabilir.

Bu elemanların zaman parametreleri iyi olmakla beraber geri toparlanma süreleri ( $t_{rr}$ ) çok iyi değildir. Bu yüzden elemanın sahip olduğu dahili diyot bazen yetersiz kalabileceği için harici bir hızlı diyotun savak-kaynak arasına ters bağlamak yararlı olabilir.

Gerçekleştirilen sistemin bir diğer özelliği de çıkış geriliminin giriş gerilimi ve primer sarım sayısını değiştirilmesi suretiyle ayarlanabilir oluşudur. Böylece yüksek gerilim test ve izolasyon çalışmalarında kullanılacak seviyede bir gerilim elde edilebilir. Sistemin yapısı basit ve kullanımı kolaydır. Bu çalışmada Tesla

transformatörü, 0-5MHz kare dalga sinyal üretici ve yariletken bir eleman kullanılarak ayarlanabilir yüksek gerilimlerin üretilebileceği gösterilmiştir.

Deneysel devre ve bu devrede üretilen ayarlı yüksek gerilim yalıtkanlık testlerinde kolaylıkla kullanılabilir.

### Kaynaklar

**Boonseng C, Apiratikul P 2001.** A low cost approach to design the tesla transformer for testing of insulating materials. *Electrical Insulating Materials* (ISEIM 2001): 332-335.

**Cheney M 1981.** Tesla: Man Out of Time. Touchstone press.

**Cheng D K 1989.** Field and Wave Electromagnetics. Addison-Wesley; 2nd ed.

**Costa EMM 2009.** Resonance on transformers excited by square waves and explanation of the high voltage on Tesla Transformer. *Progress In Electromagnetics Research B*, 18: 205-224.

**Kim Ji-Hong Kim, Soo-Nam Baek, Byung-San Kwon, Joong-Lok Park, Kewn-Soo and Park Sang-Bong 2008.** Calculation of Transformer Resonance Frequency from Short-Circuit Admittance Functions. The International Conference on Electrical Engineering, July 6-10, OKINAWA, JAPAN: 1-4.

**Kolchanova VA 2003.** On calculation of the Tesla Coil with iron core. IEEE Modern Technique and Technologies, Section I: Power Engineering, Sayfa:40-41

**Nikola Tesla Museum 2008.** From Colorado Springs to Long Island.

**Paraliev M, Gough C, Ivkovic S 2005.** Tesla Coil Design for Electron Gun Application, Pulsed Power Conference, IEEE, Sayfa: 1085 – 1088.

**Pungsiri B, Chotigo S 2008.** The Compact Tesla Transformer for Testing Pin Insulator. Condition Monitoring and Diagnosis, CMD 2008, Beijing, China, April 21-24, Sayfa:877-880.

## **Kapalı Düzgün Eğri Üzerinde Tanımlı Fonksiyonlara Yaklaşım**

**Nizami MUSTAFA<sup>1</sup>, \*Murat ÇAĞLAR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kafkas Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Kars

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Erzurum

**Makale Kodu (Article code): 10-10A**

**Özet:** Bu çalışmada kompleks düzlemde kapalı eğri üzerinde tanımlı fonksiyonlara rasyonel polinomlarla yaklaşım problemi incelenmiştir. Çalışma, genelleştirilmiş Hölder koşulunu sağlayan fonksiyonların rasyonel polinomlarla yaklaşımı üzerinedir.

**Anahtar kelimeler:** Rasyonel polinomlar, Genelleştirilmiş Hölder sınıfı, Yaklaşım.

*Matematiğe ait konu sınıflandırılması:* 30E10, 30E20, 41A20.

**On The Approach of Function Defined on Smooth Closed**

**Abstract :** The study aims to examine the approximation problem to functions which is defined on closed curve in complex domain by rational polynomials. The study is on the approximation of functions which provide generalized Hölder conditions by rational polynomials.

**Keywords:** Rational polynomials, Generalized Hölder class, Approximation.

*Mathematical subject classification:* 30E10, 30E20, 41A20.

\*E-mail: mcaglar25@gmail.com

## Giriş

Matematiğin, fiziğin ve birçok nümerik problemlerin çözümünde yaklaşım teorisinin sonuçları sıklıkla kullanılmaktadır. Yaklaşım teorisinin temelini, fonksiyonlara yaklaşım oluşturmaktadır. Şimdiye kadar fonksiyonlara birçok yaklaşım yöntemleri çalışılmıştır (Alper 1955, Wang et al 1997). Fonksiyonların yaklaşım teorisinden yararlanarak matematik ve fiziğin birçok problemleri nümerik olarak çözülmektedir.

Bu çalışma, karmaşık düzlemde kapalı eğri üzerinde tanımlı fonksiyonlara rasyonel polinomlarla yaklaşım üzerinedir.

Çalışma iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, ana sonuçları ispatlayabilmek için gerekli olan bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde ise ana sonuçlar verilmiştir.

## Bulgular

$\square$  karmaşık düzlemde  $\gamma$  kapalı düzgün basit Jordan eğrisi  $t = t(s)$ ,  $0 \leq s \leq \ell$  denklemi ile verilsin. Burada  $\ell = \text{mes}\gamma$ ,  $\gamma$  eğrisinin uzunluğudur.  $\gamma^+$  ve  $\gamma^-$  ile, sırasıyla,  $\gamma$  eğrisinin içini ve dışını gösterelim. Orijinin  $\gamma^+$  bölgesinde olduğunu kabul edeceğiz.

Biz bu çalışmada  $\gamma$  eğrisi üzerinde tanımlı fonksiyonlara

$$R_n(z) = \sum_{k=-n}^n a_k z^k \quad (2.1)$$

şekli rasyonel polinomlarla yaklaşım problemini ele alacağız.

$f: \gamma \rightarrow \square$  fonksiyonu için süreklilik modülünü

$$\omega_{f,\gamma}(\delta) = \sup \{ |f(t_1) - f(t_2)|; s(t_1, t_2) \leq \delta \}, \\ 0 < \delta \leq \ell/2$$

şekilde tanımlayalım.

$$\omega_\gamma(f, \delta) = \sup \{ |f(t_1) - f(t_2)|; |t_1 - t_2| \leq \delta \}, \\ 0 < \delta \leq d$$

olsun. Burada,  $s(t_1, t_2)$   $t_1, t_2 \in \gamma$  noktalarını birleştiren yaylardan kısa olanı ve  $d = \sup \{ |\xi - \zeta|; \xi, \zeta \in \gamma \}$   $\gamma$  eğrisinin çapıdır.

Düzgün eğriler için

$$c_1 \omega_\gamma(f, \delta) \leq \omega_{f,\gamma}(\delta) \leq c_2 \omega_\gamma(f, \delta),$$

$$0 < \delta \leq d \quad (2.2)$$

olduğu açıktır.

Çalışmada  $c_1, c_2, \dots$  ile sabit sayılar gösterilecektir.

$A(\overline{\gamma^+})$  ile  $\gamma^+$  bölgesinde tanımlı ve bu bölgede analitik ve kapanışında sürekli fonksiyonlar kümesini gösterelim.  $A^r(\overline{\gamma^+})$  ( $r \geq 0$  tamsayı) ile  $r$ . mertebeden türevi  $A(\overline{\gamma^+})$ 'dan olan fonksiyonlar kümesini göstereceğiz.



$$\gamma_0 = \{w \in \mathbb{C}; |w| = 1\},$$

$$\gamma_0^+ = \{w \in \mathbb{C}; |w| < 1\}, \gamma_0^- = \{w \in \mathbb{C}; |w| > 1\}$$

olsun.  $w = \varphi(z)$  fonksiyonu  $\gamma^-$  bölgesini  $\gamma_0^-$  bölgesine konform dönüştüren ve  $\varphi(\infty) = \infty$ ,  $\varphi'(\infty) = \lim_{z \rightarrow \infty} \varphi(z)/z > 0$

koşullarını sağlayan fonksiyon olsun.

$z = \psi(w)$  fonksiyonu ile  $w = \varphi(z)$  fonksiyonunun tersini gösterelim.  $\psi(w)$  fonksiyonu  $\gamma_0^-$  bölgesini  $\gamma^-$  bölgesine  $\psi(\infty) = \infty$ ,  $\psi'(\infty) = \lim_{w \rightarrow \infty} \psi(w)/w > 0$  koşullarıyla dönüştüren konform dönüşümdür.

$w = \tilde{\varphi}(z)$  fonksiyonu  $\gamma^+$  bölgesini  $\gamma_0^+$  bölgesine  $\tilde{\varphi}(0) = 0$ ,  $\tilde{\varphi}'(0) > 0$  koşulları ile konform dönüştüren bir fonksiyon olsun.  $\tilde{\gamma}_r$  ( $0 < r \leq 1$ ) ile  $w = \tilde{\varphi}(z)$  konform dönüşümü zamanı  $\gamma^+$  bölgesinin iç seviye eğrisini gösterelim.  $\tilde{\rho}_r(t)$ ,  $t \in \gamma$  noktasından  $\tilde{\gamma}_r$  seviye eğrisine uzaklık fonksiyonunu olsun.

$z = \tilde{\psi}(w)$  fonksiyonu ile  $w = \tilde{\varphi}(z)$  fonksiyonunun tersini gösterelim.

**Tanım 2.1:**  $\psi(w)$  ve  $\tilde{\psi}(w)$  fonksiyonlarının türevleri  $\bar{\gamma}_0^-$  ve  $\bar{\gamma}_0^+$  bölgelerinde mevcut ve  $w \in \gamma_0$  için

$$0 < c_3 \leq |\psi'(w)| \leq c_4,$$

$$0 < c_5 \leq |\tilde{\psi}'(w)| \leq c_6$$

sağlanıyorsa,  $\gamma^+$  ( $D'$ ) tipinde bir bölgedir diyeceğiz (Dzyadik 1972).

Eğer,  $\gamma^+$  ( $D'$ ) tipinde bölge ise bunu  $\gamma^+ \in (D')$  veya  $\gamma \in (D')$  şeklinde belirteceğiz.

Eğer,  $\gamma \in (D')$  ise her  $t \in \gamma$  için

$$\rho_{1+1/n}(t) \leq \frac{c_7}{n}, \quad (2.3)$$

$$\rho_{1-1/n}(t) \leq \frac{c_8}{n}. \quad (2.4)$$

eşitsizlikleri doğrudur.

**Tanım 2.2** (Alper 1955):  $\gamma^+$  bölgesinin sınırı  $\gamma$  düzgün kapalı Jordan eğrisi,  $\theta(s)$ ,  $\gamma$  eğrisine  $t = t(s)$  noktasında teğetin reel eksenle oluşturduğu açı olsun.  $\omega(x)$  bu açının süreklilik modülü olmak üzere,

$$\int_0^{\infty} \frac{\omega(x)}{x} |\ln x| dx < +\infty$$

koşulu sağlanıyorsa,  $\gamma^+$  bölgesi ( $J$ ) koşulunu sağlıyor diyeceğiz.

$\gamma^+ \in (J)$  ise aşağıdaki eşitsizlikler doğrudur (Alper 1955)

$$0 < m_1 \leq \left| \frac{\psi(w) - \psi(\tau)}{w - \tau} \right| \leq M_1, \quad (2.5)$$

$$0 < m_2 \leq \left| \frac{\tilde{\psi}(w) - \tilde{\psi}(\tau)}{w - \tau} \right| \leq M_2.$$

Burada  $w, \tau \in \gamma_0$  ve  $m_1, m_2, M_1, M_2$  sabitlerdir. Ayrıca  $\tilde{\psi}'(w)$  ve  $\psi'(w)$  fonksiyonları, sırasıyla  $\bar{\gamma}_0^+$  ve  $\bar{\gamma}_0^-$  bölgelerinde sürekli ve sıfırdan farklıdır.

(2.5)'ten (J) koşulunu sağlayan bölgelerin ( $D'$ ) tipinde bölgeler olduğu anlaşılır.

$(0, a]$ 'da negatif olmayan, monoton artan ve  $\lim_{\delta \rightarrow 0^+} \omega(\delta) = 0$ ,  $\omega(\delta)/\delta$  monoton azalan fonksiyonların kümesini  $\Phi(0, a]$  ile göstereceğiz.

$$J_0 = \left\{ \omega \in \Phi(0, \ell/2]; \int_0^{\ell/2} \frac{\omega(x)}{x} dx < +\infty \right\}$$

alalım.

$$\omega \in \Phi(0, \ell/2],$$

$$H_\omega(\gamma) = \{f \in C(\gamma); H(f; \omega)\}$$

$$\equiv \sup \left\{ \frac{|f(t_1) - f(t_2)|}{\omega(|t_1 - t_2|)}; t_1, t_2 \in \gamma \right\} < +\infty$$

olsun. (Burada  $C(\gamma)$ ,  $\gamma$  eğrisi üzerinde tanımlı sürekli fonksiyonların kümesidir).

$f \in H_\omega(\gamma)$  için normu aşağıdaki şekilde tanımlayalım

$$\|f\|_\omega = \|f\|_{C(\gamma)} + H(f; \omega).$$

Eğer,  $f^{(r)} \in H_\omega(\gamma)$  ise  $f(t)$ ,  $t \in \gamma$  fonksiyonu  $W^r H_\omega(\gamma)$ ,  $\omega \in \Phi(0, \ell/2]$  ( $0 \leq r$  tamsayıdır) sınıfındandır diyeceğiz.

Burada  $f^{(r)}$ ,  $f$  fonksiyonunun  $r$ . mertebeden türevidir.

$\omega \in J_0$  fonksiyonu için

$$Z(\omega; \delta) = \int_0^\delta \frac{\omega(x)}{x} dx + \delta \int_\delta^{\ell/2} \frac{\omega(x)}{x^2} dx,$$

$$0 < \delta \leq \ell/2$$

alalım.

$$\begin{aligned} \Phi H &= \{ \omega \in \Phi(0, \ell/2]; Z(\omega; \delta) \\ &= O(\omega(\delta)), 0 < \delta \leq \ell/2 \} \end{aligned}$$

olsun.

$$f \in W^r H_\omega(\gamma), \omega \in \Phi(0, \ell/2]$$

( $0 \leq r$  tamsayıdır) için

$$K_r^+(f; \omega) = H(f^{(r)}; \omega),$$

$$K_r^-(f; \omega) = H(f; \omega) \text{ eğer, } r = 0 \text{ ise ve}$$

$$K_r^-(f; \omega) = \sum_{j=1}^r \|f^{(j)}\|_\omega \text{ eğer, } r \geq 1 \text{ ise}$$

alacağız.

### Tartışma

Çalışmanın bu kısmında elde edilen sonuçları vereceğiz. Öncelikle aşağıdaki yardımcı lemmayı verelim.

**Lemma 3.1:**  $\gamma$  karmaşık düzlemde kapalı düzgün bir Jordan eğrisi,  $\omega \in J_0$ ,  $f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $0 \leq r$  tamsayı) olsun.

Bu durumda  $P_n^-(\infty) = 0$  koşulunu ve

$$\begin{aligned} |F^+(t) - P_n^+(t)| &\leq c_9 \cdot K_r^+(f; \omega) \\ &\times [\rho_{1+1/n}(t)]^r Z(\omega; \rho_{1+1/n}(t)), \end{aligned} \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned} |F^-(t) - P_n^-(t)| &\leq c_{10} \cdot K_r^-(f; \omega) \\ &\times [\tilde{\rho}_{1-1/n}(t)]^r Z(\omega; \tilde{\rho}_{1-1/n}(t)) \end{aligned} \quad (3.2)$$

değerlendirmelerini sağlayacak şekilde, sırasıyla,  $z$  ve  $z^{-1}$ 'in  $n$ . dereceden  $P_n^+(z)$  ve  $P_n^-(z)$  polinomları vardır. Burada,  $F^\pm(t) = \pm \frac{1}{2} f(t) + \frac{1}{2} Sf(t)$  'dir.

**İspat:** İspatı önce  $r = 0$  için verelim.  $\omega \in J_0, f \in H_\omega(\gamma)$  fonksiyonu için

$$F(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_\gamma \frac{f(\tau)}{\tau - z} d\tau, \quad z \in \square \setminus \gamma \quad (3.3)$$

Cauchy integralini ele alalım.

Aşağıdaki gibi fonksiyon tanımlayalım

$$G_1(z) = \begin{cases} F(z), & z \in \gamma^+ \text{ ise,} \\ F^+(t), & z = t \in \gamma \text{ ise.} \end{cases}$$

$G_1 \in A(\bar{\gamma}^+)$  olduğundan (çalışma (Alper 1956) Teorem 3'e göre) her  $n \in \square$  ( $\square$  doğal sayılar kümesidir) için  $n$ . dereceden  $P_n^+(z)$  polinomu vardır ki her  $t \in \gamma$  için

$$|G_1(t) - P_n^+(t)| \leq c_{11} \cdot \omega_{\bar{\gamma}^+}(G_1, \rho_{1+1/n}(t)) \quad (3.4)$$

eşitsizliği doğrudur.

Burada,  $\omega_{\bar{\gamma}^+}(G_1, \delta)$ ,  $G_1$  fonksiyonunun  $\bar{\gamma}^+$  'da ki süreklilik modülüdür.

$\omega_{\bar{\gamma}^+}(G_1, \delta) \leq c_{12} \cdot \omega_\gamma(G_1, \delta)$ ,  $0 < \delta \leq d$  olduğundan (Andrievskii ve İsmailov 1980), (2.2) ve (3.4)'ten

$$|F^+(t) - P_n^+(t)| \leq c_{13} \cdot \omega_{F^+, \gamma}(\rho_{1+1/n}(t)) \quad (3.5)$$

elde ederiz.

$$\omega_{F^+, \gamma}(\delta) \leq c_{14} \cdot Z(\omega_{f, \gamma}; \delta), \quad 0 < \delta \leq \ell/2$$

olduğundan (Bely 1977) (3.5)'den (3.1)'in doğruluğunu ( $r = 0$  için) elde ederiz.

(3.2)'nin doğruluğu benzer şekilde ispatlanır.

Şimdi  $1 \leq r$  tamsayı olsun.

$$F^{+(r)}(t) = \frac{1}{2} f^{(r)}(t) + \frac{1}{2} Sf^{(r)}(t), \quad t \in \gamma$$

ve  $f \in W^r H_\omega(\gamma)$  olduğundan

$G_1 \in A^r(\bar{\gamma}^+)$  (Dzyadik 1977) olacaktır.

Bu durumda (çalışma (Alper 1956)'daki Teorem 10'a göre) her  $n \in \square$  için  $n$ . dereceden öyle  $P_n^+(z)$  polinomu vardır ki her  $t \in \gamma$  için aşağıdaki eşitsizlik doğru olacaktır

$$\begin{aligned} |F^+(t) - P_n^+(t)| &\leq c_{15} \cdot [\rho_{1+1/n}(t)]^r \\ &\times \omega_{\bar{\gamma}^+}(G_1^{(r)}, \rho_{1+1/n}(t)) \end{aligned} \quad (3.6)$$

Burada,  $w_{\bar{\gamma}^+}(G_1^{(r)}, \delta)$ ,  $\bar{\gamma}^+$  bölgesinde  $G_1^{(r)}$  fonksiyonunun süreklilik modülüdür.

$$\omega_{\bar{\gamma}^+}(G_1^{(r)}, \delta) \leq c_{16} \cdot \omega_\gamma(G_1^{(r)}, \delta), \quad 0 < \delta \leq d,$$

olduğundan (Andrievskii ve İsrailov 1980) (2.2) eşitsizliğini dikkate alırsak (3.6)'dan

$$\left| F^+(t) - P_n^+(t) \right| \leq c_{17} \cdot [\rho_{1+1/n}(t)]^r \times \omega_{F^+, \gamma}(\rho_{1+1/n}(t)) \quad (3.7)$$

elde ederiz.

$$\omega_{F^+, \gamma}(\delta) \leq c_{18} \cdot Z(\omega_{f^+, \gamma}; \delta),$$

$$0 < \delta \leq \ell / 2,$$

olduğundan (Bely 1977) (3.7)'den (3.1) eşitsizliğinin doğruluğu çıkar.

(3.2)'nin ispatı (3.1)'in ispatına benzer şekilde yapılır.

Bununla Lemma 3.1'in ispatı tamamdır.

Aşağıdaki lemma, Lemma 3.1'in ispatına benzer şekilde ispatlanır.

**Lemma 3.2:**  $\gamma$  karmaşık düzlemde kapalı düzgün Jordan eğrisi,  $\omega \in J_0, f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $0 \leq r$  tamsayı) olsun. Bu durumda  $P_n^-(\infty) = 0$  koşulunu ve

$$\omega_{F^+ - P_n^+, \gamma}(\delta) \leq c_{19} \cdot \delta_n^r \cdot K_r^+(f; \omega) \times [Z(\omega; \delta) + \delta \int_{\delta}^{\ell/2} \frac{Z(\omega; x)}{x^2} dx], \quad (3.8)$$

$$\omega_{F^- - P_n^-, \gamma}(\delta) \leq c_{20} \cdot \Delta_n^r \cdot K_r^-(f; \omega) \times [Z(\omega; \delta) + \delta \int_{\delta}^{\ell/2} \frac{Z(\omega; x)}{x^2} dx] \quad (3.9)$$

değerlendirmelerini sağlayacak şekilde, sırasıyla,  $z$  ve  $z^{-1}$ 'in  $n$ . dereceden  $P_n^+(z)$  ve  $P_n^-(z)$  polinomları vardır. Burada,

$$\delta_n = \max \{ \rho_{1+1/n}(t), t \in \gamma \},$$

$$\Delta_n = \max \{ \tilde{\rho}_{1-1/n}(t), t \in \gamma \} \text{ dir.}$$

Lemma 3.1 ve Lemma 3.2'den yararlanarak aşağıdaki teorem kolaylıkla ispatlanır.

**Teorem 3.1:**  $\gamma$  karmaşık düzlemde kapalı düzgün Jordan eğrisi,  $\omega \in J_0, f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $r \geq 0$  tamsayı) olsun. Bu durumda

$$\begin{aligned} |f(t) - R_n(t)| &\leq c_{21} \cdot K_r^-(f; \omega) \\ &\times [\rho_{1/n}^*(t)]^r Z(\omega; \rho_{1/n}^*(t)), \quad t \in \gamma, \\ \omega_{f - R_n, \gamma}(\delta) &\leq c_{22} \cdot K_r^-(f; \omega) \varepsilon_n^r \\ &\times [Z(\omega; \delta) + \delta \int_{\delta}^{\ell/2} \frac{Z(\omega; x)}{x^2} dx], \quad 0 < \delta \leq \ell / 2 \end{aligned}$$

değerlendirmelerini sağlayacak, (2.1) şekilli bir  $R_n(z)$  rasyonel polinomu vardır. Burada,

$$\rho_{1/n}^*(t) = \max \{ \rho_{1+1/n}(t), \tilde{\rho}_{1-1/n}(t) \},$$

$$\varepsilon_n = \max(\delta_n, \Delta_n) \text{ 'dir.}$$

**Sonuç 3.1:**  $\gamma$  karmaşık düzlemde kapalı düzgün Jordan eğrisi,  $\omega \in \Phi H, f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $r \geq 0$  tamsayı) olsun. Bu durumda

$$\begin{aligned} |f(t) - R_n(t)| &\leq c_{23} \cdot K_r^-(f; \omega) \\ &\times [\rho_{1/n}^*(t)]^r \omega(\rho_{1/n}^*(t)), \quad t \in \gamma, \end{aligned}$$

$$\omega_{f - R_n, \gamma}(\delta) \leq c_{24} \cdot K_r^-(f; \omega) \varepsilon_n^r(\omega; \delta),$$

$$0 < \delta \leq \ell / 2$$

değerlendirmelerini sağlayacak, (2.1) şekilli bir  $R_n(z)$  rasyonel polinomu vardır.

**Sonuç 3.2:**  $\gamma \in (D')$ ,  $\omega \in \Phi H$ ,  $f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $r \geq 0$  tamsayı) olsun. Bu durumda

$$|f(t) - R_n(t)| \leq c_{25} \cdot K_r^-(f; \omega) \omega(1/n) n^{-r},$$

$$t \in \gamma,$$

$$\omega_{f-R_n, \gamma}(\delta) \leq c_{26} \cdot K_r^-(f; \omega) \omega(\delta) n^{-r},$$

$$0 < \delta \leq \ell/2$$

değerlendirmelerini sağlayacak, (2.1) şekilli bir  $R_n(z)$  rasyonel polinomu vardır.

**Lemma 3.3:**  $\gamma \in (D')$ ,  $\omega \in \Phi H$ ,  $f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $r \geq 0$  tamsayı),  $\omega_0 \in \Phi$  ve  $\omega(\delta)/\omega_0(\delta)$   $(0, \ell/2]$  aralığında azalmayan fonksiyon olsun. Bu durumda  $P_n^-(\infty) = 0$  koşulunu ve

$$\omega_{F^+ - P_n^+, \gamma}(\delta) \leq c_{27} \cdot K_r^+(f; \omega)$$

$$\times \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)} \omega_0(\delta) n^{-r}, \quad 0 < \delta \leq \ell/2,$$

$$(3.10) \quad \omega_{F^- - P_n^-, \gamma}(\delta) \leq c_{28} \cdot K_r^-(f; \omega)$$

$$\times \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)} \omega_0(\delta) n^{-r},$$

$$0 < \delta \leq \ell/2 \quad (3.11)$$

değerlendirmelerini sağlayacak şekilde, sırasıyla,  $z$  ve  $z^{-1}$ 'in  $n$ . dereceden  $P_n^+(z)$  ve  $P_n^-(z)$  polinomları vardır.

**İspat:**  $P_n^+(z)$  ve  $P_n^-(z)$  olarak Lemma 3.1'de sözü geçen polinomları ele alalım. Önce (3.10) değerlendirmesini ispatlayalım ((3.11) benzer şekilde ispatlanır). Lemmanın varsayımlarından, Lemma 3.1 gereğince,

$$\|F^+ - P_n^+\|_{C(\gamma)} \leq c_{29} \cdot K_r^+(f; \omega) \omega(1/n) n^{-r} \quad (3.12)$$

elde ederiz.

$t_1, t_2 \in \gamma$  olsun. **1.**  $s(t_1, t_2) \geq 1/n$  ve **2.**  $s(t_1, t_2) < 1/n$  durumlarını ele alalım.

**Durum 1.** (3.12) gereğince aşağıdaki değerlendirmeyi yazabiliriz

$$\left[ F^+(t_2) - P_n^+(t_2) \right] - \left[ F^+(t_1) - P_n^+(t_1) \right]$$

$$\leq 2c_{30} \cdot K_r^+(f; \omega) \omega(1/n) n^{-r}$$

$$= 2c_{30} \cdot K_r^+(f; \omega) \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)} \omega_0(1/n) n^{-r}$$

$$\leq 2c_{30} \cdot K_r^+(f; \omega) \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)} \omega_0(s(t_1, t_2)) n^{-r}.$$

**Durum 2.** Lemmanın varsayımlarından, Lemma 3.2 gereğince, elde ederiz

$$\omega_{F^+ - P_n^+, \gamma}(s(t_1, t_2)) \leq c_{31} \cdot K_r^+(f; \omega)$$

$$\times \omega(s(t_1, t_2)) n^{-r} = c_{31} \cdot K_r^+(f; \omega) \frac{\omega(s(t_1, t_2))}{\omega_0(s(t_1, t_2))}$$

$$\times \omega_0(s(t_1, t_2)) n^{-r} \leq c_{31} \cdot K_r^+(f; \omega) \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)}$$

$$\times \omega_0(s(t_1, t_2)) n^{-r}.$$

Her iki durumu göz önünde bulundurursak aşağıdaki değerlendirme elde edilir

$$\omega_{F^+ - P_n^+, \gamma}(\delta) \leq c_{32} \cdot K_r^+(f; \omega) \\ \times \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)} \omega_0(\delta) n^{-r}, \quad 0 < \delta \leq \ell/2$$

Bununla (3.10) eşitsizliğinin, dolayısıyla da Lemma 3.3'ün ispatı tamamdır.

**Sonuç 3.4:**  $\gamma \in (D')$ ,  $f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $r \geq 0$  tamsayı),  $0 < \beta \leq \alpha < 1$  olsun. Bu durumda  $P_n^-(\infty) = 0$  koşulunu ve

$$\omega_{F^+ - P_n^+, \gamma}(\delta) \leq c_{33} \cdot K_r^+(f; \alpha) n^{\beta - \alpha - r} \delta^\beta, \\ 0 < \delta \leq \ell/2, \\ \omega_{F^- - P_n^-, \gamma}(\delta) \leq c_{34} \cdot K_r^+(f; \alpha) n^{\beta - \alpha - r} \delta^\beta, \\ 0 < \delta \leq \ell/2$$

değerlendirmelerini sağlayacak şekilde, sırasıyla,  $z$  ve  $z^{-1}$ 'in  $n$ . dereceden  $P_n^+(z)$  ve  $P_n^-(z)$  polinomları vardır.

Lemma 3.1 ve Lemma 3.3'den aşağıdaki teorem açıktır.

**Teorem 3.2:**  $\gamma \in (D')$ ,  $\omega \in \Phi H$ ,  $f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $r \geq 0$  tamsayı),  $\omega_0 \in \Phi$  ve  $\omega(\delta)/\omega_0(\delta)$   $(0, \ell/2]$  aralığında azalmayan fonksiyon olsun. Bu durumda  $P_n^-(\infty) = 0$  koşulunu ve

$$\|F^+ - P_n^+\|_{\omega_0} \leq c_{35} \cdot K_r^+(f; \omega) \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)} n^{-r}, \\ \|F^- - P_n^-\|_{\omega_0} \leq c_{36} \cdot K_r^-(f; \omega) \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)} n^{-r}$$

değerlendirmelerini sağlayacak şekilde, sırasıyla,  $z$  ve  $z^{-1}$ 'in  $n$ . dereceden  $P_n^+(z)$  ve  $P_n^-(z)$  polinomları vardır.

Teorem 3.1 ve Lemma 3.3'den aşağıdaki teoremin doğruluğu açıktır.

**Teorem 3.3:**  $\gamma \in (D')$ ,  $\omega \in \Phi H$ ,  $f \in W^r H_\omega(\gamma)$  ( $r \geq 0$  tamsayı),  $\omega_0 \in \Phi$  ve  $\omega(\delta)/\omega_0(\delta)$   $(0, \ell/2]$  aralığında azalmayan fonksiyon olsun. Bu durumda

$$\|f - R_n\|_{\omega_0} \leq c_{37} \cdot K_r^-(f; \omega) \frac{\omega(1/n)}{\omega_0(1/n)} n^{-r}$$

değerlendirmesi gerçekleşecek şekilde (2.1) şekilli bir  $R_n(z)$  rasyonel polinomu vardır.

**Sonuç 3.6:**  $\gamma \in (D')$ ,  $f \in W^r H_\alpha(\gamma)$  ( $r \geq 0$  tamsayı),  $0 < \beta \leq \alpha < 1$  olsun. Bu durumda

$$\|f - R_n\|_\beta \leq c_{38} \cdot K_r^-(f; \alpha) n^{\beta - \alpha - r}$$

değerlendirmesi gerçekleşecek şekilde (2.1) şekilli bir  $R_n(z)$  rasyonel polinomu vardır.

## Kaynaklar

**Alper SYA 1955.** Kapalı bölgede kompleks değişkenli fonksiyonlara düzgün yaklaşım üzerine. *İzv. AN SSSR, Mat. No 6:* 423–444.

**Alper SYA 1956.** Kompleks düzlemde Lagrange enterpolasyon polinomunun yakınsaklığı üzerine. *UMN. Cilt XI, 5(7):* 44–50.

**Andrievskii VV ve İsrafilov DM 1980.** Kvizikonform eğrilerde tanımlı fonksiyonlara rasyonel fonksiyonlarla yaklaşım. *İzv. ABA Azerb. SSR, Fizik-Teknik ve Matematik, Cilt 1, No 4:* 21–26.

**Bely VI 1977.** Konform dönüşümler ve analitik fonksiyonların kvazikonform sınırlı bölgede yaklaşımı. *Mat. Sb, Cilt 102(144), No 3:* 331–361.

**Cherednichenko VG 2002.** Rational interpolation: analytical solution. *Sib. Math. J. 43(1):* 151–155.

**Cherednichenko VG 2006.** Rational approximation and analytical continuation from a finite number of points. *J. Inv. III-Posed Problems 14(7):* 643–649.

**Cherednichenko VG 2008.** Approximation by rational functions. *Applicable Analysis Vol. 87, Nos. 10–11:* 1289–1293.

**Cody WJ, Meinardus G and Varga RS 1969.** Chebyshev rational approximation to  $e^x$  in  $[0, +\infty)$  and applications to heat conduction problems. *Approximation Theory, 2:* pp. 50–65.

**Davis PJ 1975.** Interpolation and Approximation. Dover, New York.

**Dzyadik VK 1972.** Düzgün ve parçalı düzgün eğri ile sınırlanan bölgelerde tanımlı Cauchy integrallerinin ve genelleştirilmiş Hölder sınıfından olan fonksiyonların yaklaşımına genelleştirilmiş Faber polinomlarının uygulaması üzerine. *UMD, Cild 24, No1:* 3-19 (Rusça).

**Dzyadik VK 1977.** Fonksiyonlara polinomlarla yaklaşıma giriş, Moskova, Nauka.

**Erdos P and Reddy AR 1975.** Rational approximation on the positive real axis. *Proc. London Math. Soc,* 31:439–456.

**Erdos P and Reddy AR 1976.** Rational approximation. *Advances in Mathematics,* 21:78–109.

**Gakov FD 1977.** Sınır Problemleri, Moskova, Nouka, pp. 640.

**Ivanov VV ve Zadiraka VK 1966.** Yaklaşım teorisinin bazı yeni sonuçları. *Nümerik Mat. İzd. Kiyev Üniv. Cilt 2:* 3–3.

**Lu Chien Ke 1982.** Error analysis for interpolating complex cubic splines with deficiency 2. *J. Approx. Theory,* 36, 3:183–196.

**Magnaradze LG 1947.** Plemelj-Privalov teoreminin bir genellemesi. *Gürcistan SSR BA Bildirileri, c.8 No 8:* pp. 509–516.

**Mamedkhanov DJİ 1985.** Kompleks düzlemde yaklaşım ve Cauchy çekirdekli singüler operatörler, Doktora Tezi, Tiflis.

**Mustafayev NM 1985.** Düzgün kapalı eğri üzerinde tanımlı fonksiyonlara yaklaşım. *Genç Bilim Adamlarının VI. Matematik ve Mekanik Konferansı,* pp. 171–174.

**Reddy AR 1976.** A contribution to rational approximation. *London Math. Soc,* 14: pp. 441–444.

**Tamrazov PM 1975.** Polinomiyal yaklaşım ve düzgünlük. *Kiyev, Nauka.*

**Walsh JL 1961.** Kompleks düzlemde enterpolasyon ve yaklaşım. Moskova.

**Walsh JL 1952.** Degree of approximation to functions on a Jordan curve, *Transactions of the AMS,* 73: 447–458.

**Wang GJ, Sederberg TW and Chen F 1997.** On the Convergence of polynomial approximation. *Journal of approximation theory,* 89: 267–288.





## Kahramanmaraş İli Terellinae (Diptera:Tephritidae) Faunası

Vedat GÖRMEZ, \*Murat KÜTÜK

Gaziantep University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Biology,  
27310, Gaziantep – TURKEY

**Makale Kodu (Article Code): 10-11A**

**Özet:** Bu çalışma 2009-2010 yıllarında Kahramanmaraş ilinden toplanan Terellinae (Diptera: Tephritidae) örneklerine dayanmaktadır. Araştırma bölgesi içerisinde on iki Terellinae türü [*Chaetorellia carthami* Stackelberg, *C. loricata* (Rondani), *C. succinea* (Costa), *Chaetostomella cylindrica* (Robineau-Desvoidy), *Terellia ceratocera* Hendel, *T. fuscicornis* (Loew, 1844), *T. gynaecochroma* (Hering), *T. nigripalpis* Hendel, 1927, *T. quadratula* (Loew, 1869), *T. ruficauda* (Fabricius, 1794), *T. serratulae* (Linneaus) ve *Terellia virens* (Loew)] belirlenmiştir. Her bir türün kanat desenleri ve Zoocoğrafik yayılışları verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Terellinae, Tephritidae, Diptera, Fauna, Kahramanmaraş, Türkiye

### The Terellinae (Diptera: Tephritidae) Fauna of Kahramanmaraş Province, Turkey<sup>[1]</sup>

**Abstract:** This study based on the Terellinae (Diptera: Tephritidae) material collected in Kahramanmaraş province of Turkey in years 2009 and 2010. Twelve species [*Chaetorellia carthami* Stackelberg, *C. loricata* (Rondani), *C. succinea* (Costa), *Chaetostomella cylindrica* (Robineau-Desvoidy), *Terellia ceratocera* Hendel, *T. fuscicornis* (Loew, 1844), *T. gynaecochroma* (Hering), *T. nigripalpis* Hendel, 1927, *T. quadratula* (Loew, 1869), *T. ruficauda* (Fabricius, 1794), *T. serratulae* (Linneaus) and *Terellia virens* (Loew)] of Terellinae were identified in the study region. The figures of wing patterns of each species are given. The zoogeographical distribution of the species is included.

**Key words:** Terellinae, Tephritidae, Diptera, Fauna, Kahramanmaraş, Turkey

<sup>[1]</sup> The paper was produced from Master Thesis of first author

**E-mail:** mkutuk@gantep.edu.tr

## Introduction

The fruit flies (Tephritidae) are one of the families of the Acalyptrate Diptera, numbering over 4300 valid species worldwide (Norrbom 2004). Many species of fruit flies, especially the subfamily Tephritinae, develop in plants of the family Asteraceae (Freidberg and Kugler 1989). Ninety-four species of fruit flies were reported in Turkey by Kütük (2003a). In addition, *Terellia yukseli* Kütük (2009b) were described from Turkey. Kütük and Özgür (2003b), *Terellia quadratula* (Loew), *T. ceratocera* (Hendel), *T. lappae* (Cederhjel), *T. ruficauda* (Fabricius), *T. winthemi* (Meigen), Özgür and Kütük (2003), *Terellia rhapontici*, Kütük and Varol (2006), *Terellia gynaecochroma* (Hering 1937), *T. luteola* (Wiedemann 1830) have also been recorded in Turkey.

## Materials and Method

Adult specimens were collected using an insect net from the host plant in various locations in province of Kahramanmaraş in Turkey, during 2009 and 2010. These specimens are deposited at the insect museum of Gaziantep University, Department of Biology. Species were identified using the keys by Hendel (1927), White (1988), Freidberg and Kugler (1989), Merz (1994), Korneyev and White (2000) and Kütük (2003a). The terminology follows primarily White et al (2000).

## Results

In this study, 12 species of Terellinae [*Chaetorellia carthami* Stackelberg, *C. loricata* (Rondani), *C. succinea* (Costa), *Chaetostomella cylindrica* (Robineau-Desvoidy), *Terellia ceratocera* Hendel, *T. fuscicornis* (Loew 1844), *T. gynaecochroma* (Hering), *T. nigripalpis* Hendel 1927, *T. quadratula* (Loew 1869), *T. ruficauda* (Fabricius 1794), *T. serratulae* (Linnaeus) and *Terellia virens* (Loew)] of 3 genera were collected in Kahramanmaraş. Species are listed in alphabetical order and the wing pictures of species are presented.

**1. *Chaetorellia carthami*** Stackelberg 1929; (Figure 1)

**Specimens examined:** 1 ♂, 1 ♀, Kahramanmaraş, Geben, 37° 44' N, 36° 27' E, 1255 m, 18.07.2009; 2 ♂♂, 3 ♀♀, Düğünürdu, 38° 08' N, 36° 41' E, 1389 m, 19.07.2009; 1 ♂, 1 ♀, Narlı, 37° 20' N, 37° 09' E, 686 m, 13.05.2010;

**Distribution:** Cyprus, Israel, Iraq, Uzbekistan (White and Marquardt 1989) Turkey (Kütük and Özgür 2003b).

**2. *Chaetorellia loricata*** (Rondani, 1830); (Figure 2)

**Specimens examined:** 2 ♂♂, 4 ♀♀, Kahramanmaraş, Düğünürdu, 38° 08' N, 36° 41' E, 1389 m, 19.07.2009; 4 ♂♂, 5 ♀♀, Kahramanmaraş, Düğünürdu, 38° 07' N, 36° 42' E, 1480 m, 19.07.2009; 4 ♂♂, 2

♀♀, Narlı, 37° 20' N, 37° 09' E, 686 m, 13.05.2010.

**Distribution:** Most of Europe, except North (Merz and Korneyev 2004); Turkey (White and Marquardt 1989; Kütük and Özgür 2003b).

**3. *Chaetorellia succinea*** (Costa, 1844); (Figure 3)

**Specimens examined:** 3 ♂♂, 2 ♀♀, Kahramanmaraş, Göksun, Püren Geçidi, 37° 57' N, 36° 32' E, 1500 m, 18.07.2009; 3 ♂♂, 2 ♀♀, Göksun, 38° 00' N, 36° 29' E, 1338 m, 18.07.2009; 3 ♂♂, 1 ♀, Göksun, Taşoluk, 37° 55' N, 36° 27' E, 1397 m, 18.07.2009; 11 ♂♂, 3 ♀♀, Göksun, 38° 01' N, 36° 29' E, 1340 m, 19.07.2009; 3 ♂♂, Düğünürdu, 38° 08' N, 36° 41' E, 1389 m, 19.07.2009; 1 ♀, Afşin, 38° 12' N, 36° 58' E, 1165 m, 19.07.2010; 1 ♂, 1 ♀, Narlı, 37° 20' N, 37° 09' E, 686 m, 13.05.2010; 2 ♀♀, Narlı, Bölükçam, 37° 26' N, 37° 12' E, 686 m, 13.05.2010; 1 ♂, 1 ♀, Eski Narlı, 37° 25' N, 37° 07' E, 601 m., 13.05.2010; 2 ♀♀, Kılılı, 37° 23' N, 36° 52' E, 516 m, 13.05.2010.

**Distribution:** South Europe, Kazakhstan, Caucasia, Russia, Iran, Israel, Egypt, Ukraine, Moldova, Azerbaijan, Georgia, Armenia and Turkey (Foote 1984; Freidberg and Kugler 1989).

**4. *Chaetostomella cylindrica*** (Robineau-Desvoidy 1830); (Figure 4)

**Specimens examined:** 6 ♂♂, 2 ♀♀, Kahramanmaraş, Göksun, 38° 00' N, 36° 29' E, 1338 m, 18.07.2009; 2 ♂♂, Değirmendere, 37° 53' N, 36° 27' E, 1484 m, 18.07.2009; 2 ♂♂, 2 ♀♀, Beli Yaylası, 37° 51' N, 36° 24' E, 1606 m, 18.07.2009; 1 ♂, Geben, 37° 44' N, 36° 27' E, 1255 m., 18.07.2009; 1 ♂, 2 ♀♀, Göksun, 38° 01' N, 36° 29' E, 1, 1340 m, 9.07.2010; Göksun, 38° 01' N, 36° 29' E, 1340 m., 19.07.2009; 1 ♀, Afşin, 38° 12' N, 36° 58' E, 1165 m, 19.07.2009; 4 ♂♂, Narlı, 37° 20' N, 37° 09' E, 686 m, 13.05.2010; 1 ♂, Narlı, Bölükçam, 37° 26' N, 37° 12' E, 686 m, 13.05.2010; 2 ♂♂, 2 ♀♀, Eski Narlı, 37° 25' N, 37° 07' E, 601 m, 13.05.2010.

**Distribution:** Most of Europe, except North (Merz and Korneyev 2004); Turkey (Kütük and Özgür 2003b).

**5. *Terellia ceratocera*** Hendel, 1913; (Figure 5)

**Specimens examined:** 4 ♂♂, 2 ♀♀, Kahramanmaraş: Göksun, Hutaş, 37° 58' N, 36° 20' E, 1655 m, 24.07.2009.

**Distribution:** Albania, Austria, Belgium, Britain, Bulgaria, Czech Republic, Danish mainland, Estonia, Finland, French mainland, Germany, Italian mainland, Lithuania, Norwegian mainland, Poland, Romania, Russia Central, Russia East, Slovakia, Sweden, Switzerland, The Netherlands, Turkey and East Palaearctic

(Kütük ve Özgür 2003b; Merz ve Korneyev 2004).

**6. *Terellia fuscicornis*** (Loew 1844); (Fig. 6)

**Specimens examined:** 1 ♂, Kahramanmaraş, Göksun, Taşoluk, 37° 55' N, 36° 27' E, 1397 m, 18.07.2009; 1 ♂, 7 ♀♀, Değirmendere, 37° 53' N, 36° 27' E, 1484 m, 18.07.2009; 1 ♀, Beli Yaylası, 37° 51' N, 36° 24' E, 1606 m, 18.07.2010; 1 ♂, 1 ♀, Düğünürdu, 38° 08' N, 36° 41E, 1389 m, 19.07.2009.

**Distribution:** Crete, Cyprus, French mainland, Greek mainland, Italian mainland, Madeira, Malta, Sardinia, Sicily, Spanish mainland, Israel, Turkey and North Africa, (Giray 1979, Foote 1984, Freidberg ve Kugler, 1989, Kütük ve Özgür 2003b, Özgür ve Kütük 2003, Merz ve Korneyev 2004).

**7. *Terellia gynaecochroma*** (Hering 1937); (Figure 7)

**Specimens examined:** 1 ♂, Kahramanmaraş, Geben, 37° 44' N, 36° 27' E, 1255 m, 18.07.2009; 33 ♂♂, 19 ♀♀, Afşin, 38° 12' N, 36° 58' E, 1165 m, 19.07.2009; 4 ♀♀, Narlı, Bölükçam, 37° 26' N, 37° 12' E, 686 m, 13.05.2010; 7 ♂♂, 9 ♀♀, Aksu, 37° 30' N, 36° 53' E, 456 m, 13.05.2010.

**Distribution:** Croatian Cyprus, Iran Israel, Lebanon, Turkey, Central and South

Europe, Caucasus, (Thompson 1999; Khouzama et al 2002; Kütük ve Varol, 2006, Bjelis 2007).

**8. *Terellia nigripalpis*** Hendel, 1927; (Figure. 8)

**Specimens examined:** 4 ♂♂, 7 ♀♀, Kahramanmaraş, Göksun, 38° 00' N, 36° 24' E, 1630 m, 20.06.2009; 2 ♂♂, 2 ♀♀, Andrın, 37° 33' N, 36° 21' E, 1275 m, 20.06.2009.

**Distribution:** Turkey (Hendel 1927, Kütük 2008a).

**9. *Terellia quadratula*** (Loew 1869); (Figure 9)

**Specimens examined:** 14 ♂♂, 11 ♀♀, Kahramanmaraş, Andrın, 37° 33' N, 36° 21' E, 1275 m, 20.06.2009.

**Distribution:** Armenia Azerbaijan, Georgia, Iran, Israel, Lebanon and Turkey (Foote 1984; Freidberg ve Kugler 1989; Kütük ve Özgür 2003b).

**10. *Terellia ruficauda*** (Fabricius 1794); (Figure 10)

**Specimens examined:** 12 ♂♂, 14 ♀♀, Kahramanmaraş, Göksun, Acıelma, 38° 00' N, 36° 24' E, 1675 m, 13.08.2009.

**Distribution:** Armenia, Austria, Azerbaijan, Belgium, Britain island, Bulgaria, Czech Republic, Danish

mainland, Finland, French mainland, Hungary, Ireland, Italian mainland, Kazakhstan, Kirgizhia, Lithuania, Northern Ireland, Norwegian mainland, Poland, Romania, Russia Central, Russia East, Slovakia, Spanish mainland, Sweden, Switzerland, The Netherlands, Tajikistan, Turkey, Turkmenistan, Ukraine, Uzbekistan, East Palaearctic and Nearctic Region (Foote 1984, Kütük ve Özgür 2003b, Merz ve Korneyev 2004).

**11. *Terellia serratulae*** (Linneaus, 1758); (Figure 11)

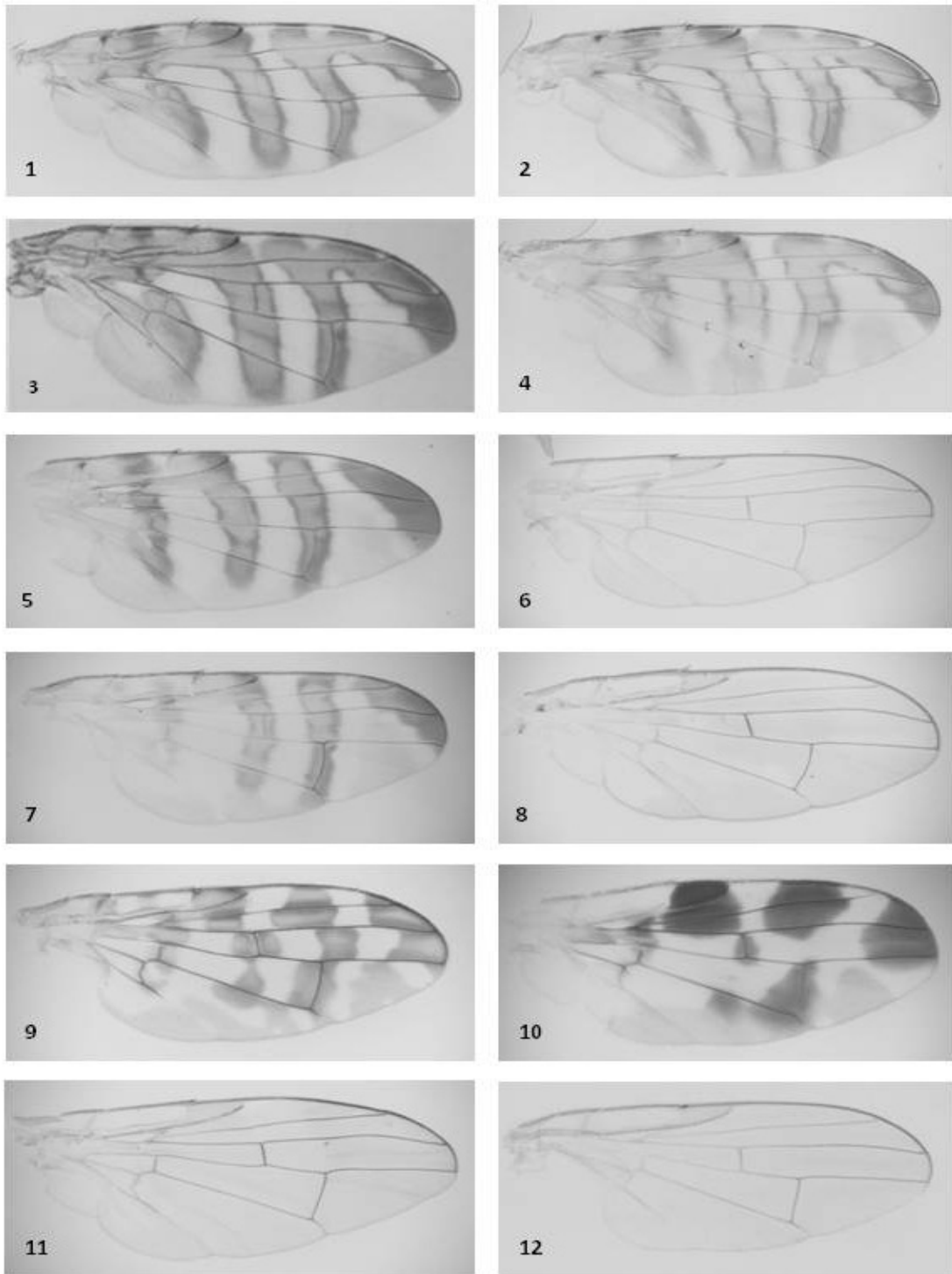
**Specimens examined:** 7 ♂♂, 5 ♀♀, Kahramanmaraş, Göksun, Acıelma, 38° 00' N, 36° 24' E, 1675 m, 13.08.2009; 1 ♂, Kahramanmaraş, Göksun, Püren Geçidi, 37° 57' N, 36° 32' E, 1500 m, 18.07.2009; 1 ♂, 2 ♀♀, Göksun, Taşoluk, 37° 55' N, 36° 27' E, 1397 m, 18.07.2009; 2 ♂♂, Beli Yaylası, 37° 51' N, 36° 24' E, 1606 m, 18.07.2009; 1 ♂, Geben, 37° 44' N, 36° 27' E, 1255 m., 18.07.2009; 1 ♂, 1 ♀, Göksun, 38° 01' N, 36° 29' E, 1340 m, 19.07.2009; 8 ♂♂, 4 ♀♀, Afşin, 38° 12' N, 36° 58' E, 1165 m, 19.07.2009; 1 ♂, Narlı, Bölükçam, 37° 26' N, 37° 12' E, 686 m, 13.05.2010; 1 ♂, 1 ♀, Eski Narlı, 37° 25' N, 37° 07' E, 601 m, 13.05.2010; 7 ♂♂, 2 ♀♀, Kılılı, 37° 23' N, 36° 52' E, 516 m, 13.05.2010.

**Distribution:** Albania, Andorra, Armenia, Austria, Azerbaijan, Balearic Islands, Belgium, Britain I., Bulgaria, Channel Island, Chine, Corsica, Crete,

Cyprus, Czech Republic, Danish mainland, Finland, French mainland, Georgia, Germany, Greek mainland, Iran, Iraq, Ireland, Israel, Italian mainland, Kazakistan, Malta, Moldova, Norwegian mainland, Poland, Portuguese mainland, Romania, Russia Central, Russia East, Sardinia, Sicily, Slovakia, Spanish mainland, Sweden, Switzerland, Syria, The Netherlands, Turkey, Ukraine, East Palaearctic and North Africa, (Giray 1979, Foote 1984, Kütük ve Özgür 2003b; Özgür ve Kütük 2003, Merz ve Korneyev 2004).

**12. *Terellia virens*** (Loew 1846); (Figure 12)

**Specimens examined:** 6 ♂♂, 10 ♀♀, Kahramanmaraş, Göksun, 38° 00' N, 36° 29' E, 1338 m, 18.07.2009; 1 ♂, Göksun, Taşoluk, 37° 55' N, 36° 27' E, 1397 m, 18.07.2009; 28 ♂♂, 31 ♀♀, Geben, 37° 44' N, 36° 27' E, 1255 m, 18.07.2009; 17 ♂♂, 10 ♀♀, Göksun, 38° 01' N, 36° 29' E, 1340 m,



**FIGURES 1-12. Wings of Terellinae:** 1- *Chatorellia carthami*, 2- *C. loricata*, 3- *C. succinea*, 4- *Chaetostomella cylindrica*, 5- *Terellia ceratocera*, 6- *T. fuscicornis*, 7- *T. gynaechroma*, 8- *T. nigripalpis*, 9- *T. quadratula*, 10- *T. ruficauda*, 11- *T. serratulae*, 12- *T. virens*.  
19.07.2009; 2 ♂♂, 2 ♀♀, Düğünyardu, 38° 08' N, 36° 41' E, 1389 m, 19.07.2010; 1 ♂, 1 ♀, Narlı, 37° 20' N, 37° 09' E, 686 m, 13.05.2010; 2 ♂♂, 1 ♀, Narlı, Bölükçam, 37° 26' N, 37° 12' E, 686 m, 13.05.2010.

**Distribution:** Albania, Afghanistan, Austria, Bulgaria, Corsica, Czech Republic, French mainland, Germany, Greek mainland, Hungary, Iran, Israel, Italian mainland, Kazakhstan, Poland, Romania, Russia Central, Russia East, Sicily, Slovakia, Spanish mainland, Switzerland, Turkey, Ukraine, East Palaearctic, Nearctic

Region and North Africa (Kütük ve Özgür 2003b, Özgür ve Kütük 2003; Merz ve Korneyev 2004).

### Acknowledgments

We thanks to the Project of Research Foundation of Gaziantep University (Project number: FEF.09.07).

### References

- Bjelis M 2007.** Fauna of the Tephritinae Species (Tephritidae, Diptera) Collected in the Croatian Littoral in 2005-2006. *Agronomski Glasnik*, 5: 365-380.
- Foote RH 1984.** Family Tephritidae, p. 66-149. In A. Soos and L. Papp eds., Catalogue of Palaearctic Diptera. Vol. 9, Amsterdam, Micropozidae – Agromyzidae. Akademiai Kiado, Budapest and Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Freidberg A and Kugler J 1989.** Fauna Palaestina Insecta IV. Diptera: Tephritidae. Israel at Keterpress Enterprises, Jerusalem, 212 pp.
- Khouzama MK, Kalash SM and White IM 2002.** Flowerhead infesting Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) on Thistles (Asteracea), in Lebanon. *Journal of Natural History*, 36:617-629.
- Freidberg A and Kütük M 2002.** A new species of *Tephritis* from Turkey, with a key to the species of the *Tephritis pulchra* group. *Israel journal of zoology*, 48:295-311.
- Giray H 1979.** Türkiye Trypetidae (Diptera) faunasına ait ilk liste. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 3, 35-46.
- Han HY and Kütük M 2006.** A new species of *Myoleja* Rondani (Diptera: Tephritidae) from Turkey with a key to the known species of the genus. *Zootaxa*, 1155: 25-33.
- Hendel F 1927.** 49. Trypetidae. die Fliegen der Palaerktischen Region, Stuttgart, vol:5, 221 pp.
- Korneyev VA and White IM 2000.** Fruit flies of genus *Urophora* Rob-Des. (Diptera: Tephritidae) of east palaearctic. IV. conclusion. *Entomologicheskoe Obozrenie*, 79:239 – 253.

**Kütük M and Özgür AF 2003b.** Türkiye için 8 yeni kayıt ve Güney Batı Anadolu Bölgesinde Terellinae (Tephritidae: Diptera) Faunası ve Sistematığı Üzerine Araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18:105-114.

**Kütük M and Özgür AF 2004.** Two New Records of the Fruit Flies (Diptera: Tephritidae) for Fauna of Turkey. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19: 53-56.

**Kütük M 2005a.** Güney Batı Anadolu Bölgesinden Saptanan Türkiye Faunası İçin Yeni Kayıt Meyve Sineği (Diptera: Tephritidae) Türleri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20:29-36.

**Kütük M and Varol Mİ 2006.** Records of Two Species of *Terellia* Robineau-Desvoidy, 1830 (Diptera: Tephritidae) New to the Turkish Fauna. *Turkish Journal of Zoology*, 30:99-102.

**Kütük M 2008a.** The Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Fauna of Kayseri and Sivas Provinces with a New Record for Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 32:271-285.

**Kütük M 2009b.** A New Species of *Terellia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Tephritidae) from Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 33: 297-300.

**Merz B 1994.** Insecta Helvetica Fauna 10. Herausgegeben von der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft .Diptera Tephritidae, Hge. Geneve, xi + 198 p.

**Merz B and Korneev VA 2004.** Fauna Europe: Tephritidae In Pape T. (ed.) (2004) Fauna Europe: Diptera, Brachycera. Fauna Europe version 1.1, <http://www.faunaeur.org>

**Norrbom AL 2004.** Updates to a biosystematic database of world Diptera for Tephritidae throughtout 1999. Diptera Dissemination Disk (CD-ROM)2.

**Özgür AF and Kütük M 2003.** Adana ili Meyve sinekleri (Tephritidae:Diptera) Faunasının Tespiti. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2):35-44.

**Thompson FC 1999.** Fruit Fly Expert Identification System and Systematic Information Database. North American Dipterists' Society, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands.

**White IM 1988.** Tephritidae Flies (Diptera: Tephritidae) Handbooks for the Identification of British Insects, Vol:10 Part:5a, Dorset Press, London, 133 pp.

**White IM and Marquardt K 1989.** A revision of the genus *Chaetorellia* Hendel (Diptera: Tephritidae) including a new species associated with spotted knapweed *Centaurea maculosa* Lam. (Asteraceae). *Bulletin of Entomological Research*, 79: 453-487.

**White IM, Headrick DH, Norrbom AL and Carroll LE 2000.** 33 Glossary. In: Aluja, M, Norrbom A. L, fruit flies (Tephritidae): phylogeny and evolution of behavior. CRC press, London, New York, Washington, pp. 881-924.



## 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 ektaki 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 yüzdellik 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. Yazarlardan, matbaa maliyetlerini karşılamak üzere her bir sayfa için 10 TL ücret alınır. 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, T.S. 1931. The protozoan fauna of the rumen of Chinese sheep. J. Gen. Microbiol. 20: 1-5.

Göçmen, B. and Oktem, N. 1999. «İkeme siliyat» Entodinium longinucleatum Dogiel, 1925 (Ciliophora:Entodiniidae)'un evcil sığırlardaki taksonomik durumu. Turk. J. Zool. 23:465-471.

#### **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 işaretini 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 (+, -, x, =, <, >), 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)'un 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, epd, 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)

