

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Dergisi (FBD)
Cilt:30, Sayı:1, Yıl:2018
ISSN: 1308 - 9064

İletişim

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
23119, ELAZIĞ

Tel: 0 424 212 27 07
Faks: 0 424 236 99 55
e-posta: fenbilimdergi@firat.edu.tr

Baskı: Fırat Üniversitesi Matbaası

Bu dergi yılda 2 kez ve hakemli olarak yayımlanır.

Derginin Eski Adı: Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi
Derginin Eski ISSN Numarası: 1300-2708

<http://web.firat.edu.tr/fenbilimleri/Dergiler/FBD/index.html>

**FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ DERGİSİ (FBD)**

Sahibi

Fırat Üniversitesi Adına
Prof. Dr. Kutbeddin DEMİRDAĞ
Rektör

Genel Yayın Yönetmeni

Prof. Dr. Soner ÖZGEN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Editörler

Doç. Dr. Erkan TANYILDIZI
Yrd. Doç. Dr. Sencer ÜNAL

DANIŞMA KURULU

Leyla AÇIK Dursun AVŞAR Yusuf AYVAZ Mikail ET Metin BALCI Zihni DEMİRBAĞ Seyfettin ÇAKMAK Orhan ERMAN Hikmet GEÇKİL Ömer AKIN Osman ADIGÜZEL	(Gazi Ü., Biyoteknoloji) (Çukurova Ü., Su Ürünleri) (S. Demirel Ü., Biyoloji) (Fırat Ü., Matematik) (O.D.T.Ü., Kimya) (K.T.Ü., Biyoloji) (S. Demirel Ü., Fizik) (Fırat Ü., Biyoloji) (İnönü Ü., Biyoloji) (T.O.B.B. Matematik) (Fırat Ü., Fizik)	İbrahim KARATAŞ Mehmet KAYA Ahmet ŞAHİN İlhami KIZIROĞLU S. Güneş KÜRKCÜOĞLU Saim ÖZKAR M. Ruşen USTAOĞLU Dursun ŞEN Vedat ASİL İzzet KARA Ekrem ARTUNÇ	(Selçuk Ü., Kimya) (Fırat Ü., Kimya) (Erciyes Ü., Biyoloji) (Hacettepe Ü., Biyoloji) (Osmangazi Ü., Fizik) (O.D.T.Ü., Kimya) (Ege Ü., Su Ürünleri) (Fırat Ü., Su Ürünleri) (Fırat Ü., Matematik) (Pamukkale Ü., Fizik) (S. Demirel Ü., Fizik)
--	--	---	---

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi (FBD)
30-1, 2018

İÇİNDEKİLER / CONTENTS	
1. Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesinde Avlanan Balıklar ve Verimlilikleri <i>The Production and Catching Fish in Kemaliye Region of Keban Dam Lake</i> Yelda KARLIDAĞ, Erdal DUMAN.....	1-6
2. Balık Gametlerinin Moleküler ve Hücresel Özellikleri, Kalite Kriterleri ve Ölçüm Teknikleri <i>Molecular and Cellular Properties of Fish Gametes, Quality Criteria and Measurement Techniques</i> Kenan KÖPRÜCÜ.....	7-14
3. Avrupa Yayın Balığı (Silurus glanis L.)'nın Sindirim Kanalındaki Bazı Nöropeptidlerin İmmunohistokimyasal Olarak İncelenmesi <i>Examination immunohistochemically of some neuropeptides in the digestive tract of European Catfish (Silurus glanis L.)</i> Sibel KÖPRÜCÜ, Mine YAMAN.....	15-21
4. Homojen Olmayan Varyans Varsayımı Altında Ortalamaların Eşitliği için Brown-Forsythe ve Welch İstatistiklerinin Mısır Verimi Örneğine Uygulanması <i>Application of Brown-Forsythe and Welch Statistics to The Case of Corn Yield Under The Assumption of Non-Homogeneous Variance for Average Equity</i> Mehmet Reşit TAYSI, Şenol ÇELİK.....	23-27
5. Hazar Gölü'nün Sivrice İlçesi Yerleşim Merkezi Kıyısının Epifitik Diyatomeleri <i>Epiphytic Diatoms Of Hazar Lake Sivrice City Center Shore</i> İlhan BAŞBAY, Güneş PALA	29-35
6. Harşit Vadisi'nin (Türkiye) Caligonellid Akarları (Acari: Raphignathoidea: Caligonellidae) <i>Caligonellid Mites (Acari: Raphignathoidea: Caligonellidae) of Harşit Valley (Turkey)</i> Sibel DOĞAN, Salih DOĞAN, Orhan ERMAN	37-43
7. Kaos Tabanlı Sayısal Modülasyon Tekniklerinin Simulink Ortamında Modellenmesi ve Benzetimi <i>Modelling and Simulation of Chaos-Based Digital Modulation Techniques on Simulink Environment</i> Mustafa TÜRK, Hidayet OĞRAŞ.....	45-50
8. Yer Radarı (GPR)Yöntemi ile Burdur Bej Mermer Ocağında Blok Verimliliği Değerlendirmesi <i>Evaluation of Block Efficiency in Burdur Beige Marble Quarry by Ground Penetrating Radar (GPR) Method</i> Kerim KÜÇÜK, Turgay ONARGAN.....	51-59

Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesinde Avlanan Balıklar ve Verimlilikleri

Yelda KARLIDAĞ, Erdal DUMAN*

Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 23119, Elazığ, Türkiye.
*eduman@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 14.03.2017; Kabul/Accepted: 10.10.2017)

Özet

Bu çalışma, Temmuz 2012 - Haziran 2013 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesinde (2000 hektar) yapılmıştır. Araştırmanın amacı, Kemaliye Bölgesinde avlanan balık tür ve alttürleri ile bunların yıllık verimliliklerini tespit etmektir. Çalışmanın sonucunda, Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesinde 7 tür balığın avlandığı tespit edilmiştir. Bu türler ekonomik değeri olan (*Capoeta trutta*, *Cyprinus carpio*, *Luciobarbus xanthopterus*, *Luciobarbus esocinus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Leuciscus cephalus*, *Chalcalburnus mossulensis*) balıklardır. Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesi'nden bir avlanma sezonunda 15,897 kg balık avlandığı belirlenmiştir. Hektara düşen balık miktarı 7,95 kg'dır. Ayrıca avlanma sezonunda (Temmuz- Ağustos- Eylül 2012) 7934 kg kerevitin avlanıldığı ve hektara 3,9 kg kerevit olduğu da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Keban Baraj Gölü, Kemaliye, Avcılık, Verimlilik.

The Production and Catching Fish in Kemaliye Region of Keban Dam Lake

Abstract

This study was done in Kemaliye Region of Keban Dam Lake, between July 2012 and June 2013. The purpose of this research was determined to catch fish species and subspecies that yearly production in Kemaliye Region (2000 hectare). At the end of study determined to catch of seven (7) fish species . The seven species were evaluated to economical fish (*Capoeta trutta*, *Cyprinus carpio*, *Luciobarbus xanthopterus*, *Luciobarbus esocinus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Leuciscus cephalus*, *Chalcalburnus mossulensis*). It was found that 15897 kg fish were caught in a fishing season from this region of Keban Dam Lake. It was 7,95 kg fish per hectare in a fishing season. In addition, it was determined that 7934 kg crayfish were caught in a fishing season (July-August- September 2012) from same region and this 3,9 kg per hectare.

Keywords: Keban Dam Lake, Kemaliye, Fishing, Productivity.

1.Giriş

Dünya nüfusu gün geçtikçe büyük bir hızla artmaktadır. Bu artışın yanında bilim ve teknikte gözlenen ciddi gelişmelere rağmen, karalardan elde edilen tarımsal ürünler, hızla artan dünyanın ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır.

İnsan beslenmesiyle uğraşan bütün bilim adamları; Dünyanın akarsu, göl ve denizlerin hayvansal protein temini bakımından önemli rezerv kaynakları olarak görmektedir. Modern beslenme kurallarına göre fert başına günlük olarak alınması gereken protein, protein açısından en uygun kaynak diğer gıda maddelerine kıyasla çok daha ucuz olan su

ürünleridir. Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de beslenme problemi mevcuttur. Fakat aynı zamanda ülkemizin bu problemi çözecek, oldukça zengin su ürünleri potansiyeli bulunmaktadır [1].

Bu bilinçle hareket edildiğinde su ürünleri üretimini arttırmak amacıyla su ürünleri kaynaklarının bilimsel ve rasyonel bir şekilde kullanılmasını sağlamanın gerekli olduğu açıkça ortadadır. Bu amaçla gerekli yasal düzenlemelerin yanı sıra eğitim, araştırma ve geliştirme faaliyetlerine de yönelmek gerekmektedir. Bu güne kadar gerçekleştirilen tüm çabalara rağmen gerek denizlerde ve gerekse iç sularda önemli balık ve diğer canlı türlerine ait

bilgi ve bulgular henüz yeterli düzeye getirilememiştir [2].

Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemiz 18000 km akarsu ağı, 700'den fazla gölet, 200 doğal göl ve 120 tane baraj gölüne sahiptir. Bu kaynaklardan yeterince faydalanılması halinde halkımızın dengeli ve yeterli bir şekilde beslenmesi fazlasıyla karşılanabilir. Aynı zamanda halkımızın ihtiyacı olan hayvansal protein açığı da giderilmiş olur [1].

Keban Baraj Gölü, 121 000 km² olan Fırat Nehri ve kollarının bir havzası olup drenaj alanı 64 100 km² gölün en derin yeri baraj gövdesinin bulunduğu bölgede olup 163 m dir. Keban Baraj Gölü'nde toplam 15 adet balıkçılık kooperatifi kurulmuştur Keban Baraj Gölü'nün oluşmasıyla birlikte gölde balıkçılık faaliyetleri de başlamıştır. Bu faaliyetler 16 ayrı kira bölgesinde, 15 ayrı su ürünleri kooperatifi tarafından gerçekleştirilmektedir. Buna göre baraj gölü 16 parsele ayrılmış olup bu parseller belli bir kira bedeli karşılığında kooperatiflere kiraya verilmiştir [3,4].

Fırat Nehri üzerinde daha önce inşa edilen Keban Baraj Gölü'nde yaşayan balıklar üzerine

gerek sistematik gerek biyolojik çalışmalar mevcuttur [5,6].

Bu balıkçılık kooperatiflerinden biri de Keban Baraj Gölü'nde 1 nolu avlak sahası olan ve 2000 hektarlık alanda 20 balıkçı, 9 motorlu kayık ile balıkçılık faaliyetlerini sürdüren Kemaliye Su Ürünleri Kooperatifidir [7].

Bu çalışma ile Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesi Su Ürünleri Balıkçılık Kooperatifi'nde avlanan balık türleri ile bu türlerin avlanma verimliliklerinin ne düzeyde olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma Temmuz 2012, Haziran 2013 tarihleri arasında yapılmıştır. Araştırmanın materyalini, Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesi (2000 hektar) (Şekil 1) avlanma sahasında avcılık yapan balıkçıların avladıkları balıklar ile bu balıkların avlanma miktarları oluşturmuştur. Kemaliye Bölgesi, Şekil 1' de gösterilen haritanın Karasu Nehri'nin döküldüğü baraj gölünde 1 numaralı avlak alanını kapsamaktadır.



Şekil 1. Keban Baraj Gölü avlak alanları.

Avlanan balık türlerinin teşhisleri Kuru [8] ve Geldiay ve Balık [9]'a göre tarafımızdan yapılmıştır.

Kemaliye Bölgesinde bir sezonda yakalanan toplam balık miktarını tespit etmek amacıyla, avcılık sezonu içerisinde 15 günde bir bizzat araziye çıkılarak ve sezon sonunda elde edilen veriler kayıt olarak tutulan kooperatif defterlerinden alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Balıkçılar balıklarını teslim ettikleri yerde (Kayıkbaşı), balıklarını 1 kg'ın üstü ve 1 kg 'ın altı olarak ayırmakta ve böylece teslim etmektedirler. Sadece *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus esocinus* türüne göre ayırım yapılarak balıklar tartılıp, kabzımala teslim edilmektedir.

3. Sonuçlar

Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesi'ndeki Kooperatiflerce avlanan balıkların bilimsel isimleri, Türkçe isimleri ve balıkçılar tarafından kullanılan yöresel isimleri bu şekilde belirlenmiştir:

Latince (Bilimsel) ismi	Türkçe ismi
<i>Capoeta trutta</i>	Karabalık
<i>Cyprinus carpio</i>	Aynalı Sazan

<i>Luciobarbus xanthopterus</i>	Bıyıklı Balık
<i>Luciobarbus esocinus</i>	Turna
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Alabalık
<i>Leuciscus cephalus</i>	Kefal
<i>Chalcalburnus mossulensis</i>	Gümüş balığı

Tablo 1 'de verilen aylık avlanan balık miktarları kooperatif defterlerindeki hesaplanan verilerdir. Mevsimlere göre avlanan balıkların dağılımı da Tablo 2 'te gösterilmiştir.

Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesinde avlanan balıkların fiyatlandırılması şu şekilde yapılmaktadır:

Avlanan balıklar kooperatifler tarafından sezon başı, sezon ortası ve sezon sonu olmak üzere üç ayrı dönemde fiyatlandırılmaktadır. Sezon başı; 01.07.2012 - 01.10.2012 tarihleri arasında, sezon ortası; 01.10.2012 – 01.01.2013, sezon sonu ise; 01.01.2013 – 01.04.2013 tarihli olarak belirlenmiştir. Balıklar kabzımala devredilirken 1 kg 'ın üstü balıklar “büyük boy” olarak 1 kg'ın altı olan balıklar “orta boy” olarak teslim edilirken balıkçılar tarafından *Capoeta trutta* ve *Luciobarbus esocinus* olarak adlandırılan balıklar “büyük boy” ve “orta boy” sınıflandırılmasına alınmadan direkt olarak tartılarak devredilmektedir. Tablo 3'de 2012-2013 yılı balık fiyatları görülmektedir.

Tablo 1. Aylık avlanan balık miktarlar

Aylar (2012-2013)	Avlanan balık miktarı (kg)			
	Büyük (>1 kg)	Orta (<1 kg)	<i>Capoeta trutta</i>	<i>Barbus esocinus</i>
Temmuz-2012	213	165	92	-
Ağustos-2012	255	210	108	-
Eylül-2012	395	575	994	64
Ekim-2012	400	611	1238	71
Kasım-2012	405	700	1830	29
Aralık-2012	214	422	733	18
Ocak-2013	280	334	707	-
Şubat-2013	419	110	1013	24
Mart-2013	997	604	1503	164
Toplam	3578	3731	8218	370

Tablo 2. Mevsimlik avlanan balık miktarı

Mevsimler	Avlanan balık miktarı			
	Büyük (>1 kg)	Orta (<1 kg)	<i>Capoeta trutta</i>	<i>Barbus esocinus</i>
Sonbahar	1200	1886	4062	164
Kış	913	866	2453	42
İlkbahar	997	604	1503	164
Yaz	468	375	200	-

Tablo 3. Bölgedeki 2012-2013 yılı balık fiyatları.

Devredilen balık türleri	Sezon başı (Kg/TL)	Sezon ortası (Kg/TL)	Sezon sonu (Kg/TL)
Büyük boy balık	4,5	4,75	5
Orta boy balık	3	3,5	3,75
Karabalık	3	3,25	3,5
Turna	5,25	5,50	5,75

Burumda kayık başına düşen av verimi ise 2650 kg olarak hesaplanmıştır. Yine bölgede hektar başına düşen balık miktarı ise kg 7,95 kg' dır (2000 hektar). Balıkçı (8 balıkçı) başına düşen balık miktarı bir sezon süresinde 1987 kg olarak saptanmıştır.

Devredilen bu balıklar balıkçı kabzımalı tarafından tahta kasalar içerisinde kamyonete yüklenmektedir. Her balık türü ayrı ayrı kasalara bırakılıp Diyarbakır Bölgesine götürülerek satışa sunulmaktadır.

Tablo 4. 2012 yılı av sezonunda avlanan kerevit miktarı.

Aylar	Toplam (kg)
Temmuz	3861
Ağustos	3140
Eylül	933
Toplam	7934

Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesinde kerevit avcılığı 1 Temmuz-15 Eylül ayları arasında yapılmaktadır (Tablo 4). Temmuz 2012-Haziran 2013 tarihinde bölgede kullanılan toplam tekne sayısı 6 tanedir. Bu teknelerde çalışan balıkçı sayısı ise 8 kişidir. Burada 1500

adet pinter kullanılmış ve pinter başına düşen kerevit miktarı 5,20 kg olmuştur.

Hektara düşen kerevit miktarı da 3,90 kg olarak hesaplanmıştır.

4. Tartışma

Bu çalışma da Temmuz 2012-Haziran 2013 yılları arasında, Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesi'nde kullanılan balık yakalama aletlerinin av verimlilikleri belirlenmiştir.

Bölgede en fazla avlanan balık türü *Capoeta trutta*'dır. Bunu sırasıyla *Cyprinus carpio*, *Luciobarbus xanthopterus*, *Luciobarbus esocinus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Leuciscus cephalus* ve *Chalcalburnus mossulensis* takip etmektedir.

Yapılan bu çalışmada Kemaliye Bölgesi'nde bir avlanma sezonunda (2012-2013) kooperatiflerden elde edilen bilgiler neticesinde 15897 kg balık avlandığı saptanmıştır. Hektara düşen balık miktarı 7,95 kg olmaktadır (2000 hektar).

Yurdumuzda özellikle de Keban Baraj Gölü ve Atatürk Baraj Gölünde yapılan verimlilik hesaplamaları, bir avlanma sezonun da Pala [10], Keban Baraj Gölü Ova Bölgesin de 720200 kg, yine Keban Baraj Gölü Çemişgezek Bölgesin de Dartay ve Duman [11] 137939 kg, ; Çelik ve

Duman [12]'de Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesinde de 446701 kg; balık avlandığını tespit etmişlerdir.

Karakaya Baraj Gölü'nde (29800 hektar) hektara düşen balık miktarı 18,50 kg 'dır [13]. Pala [14] , Keban Baraj Gölü Ova Bölgesinde (16910 hektar) hektara düşen balık miktarının ise 42,59 kg olduğunu bildirmektedir.

Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesinin (14900 hektar) hektara verimi 29,97 kg balık olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer, yeni oluşan baraj gölleri açısından normal bir değerdir. Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesi'nde yılda 140 ton balık avlanılabileceği (hektara 9,39 kg) ifade edilmektedir [15].

Fakat pek çok doğal sulara hektara düşen balık miktarına göre (250-400 kg) barajlardan elde edilen bu balık verimi oldukça düşüktür [16].

Bu baraj göllerinin alt bölgelerinde avlanan balık miktarları Kemaliye Bölgesi'nden daha fazla bulunmuştur. Bunun nedeni bu alt bölgeleri alanlarının (hektar) daha büyük, faaliyet gösteren tekne ve balıkçı sayılarının fazla olması ve fazla ekonomik tür içermesidir. Bu özelliklerde, bu alanların daha verimli olmalarını sağlamaktadır.

Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesi'nde kerevit avcılığı Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında yapılmıştır. Bu aylarda avlanan toplam kerevit miktarı 7934 kg olmuştur. Temmuz ayında toplam verim 3861 (% 48,64), Ağustos ayında 31,40 (%39,60) ve Eylül ayında 933 (%11,76) kg olarak belirlenmiştir. Bu avlanma sezonunda (Temmuz- Ağustos- Eylül 2012) 7934 kg kerevitin avlanıldığı ve hektara 3,90 kg kerevit olduğu tespit edilmiştir.

Keban Baraj Gölü Ağın Bölgesi'nde (4700 hektar) yapılan bir çalışmada [17] bir avlanma sezonunda (Ocak-Aralık 1997) pinter ile 11,7 ton kerevit avlandığı ve hektara 2,5 kg kerevit hesaplandığı tespit edilmiştir. Bu değer Kemaliye Bölgesi'nden daha düşük bir değerdir. Bunu geçen 15 yıllık sürede kerevit popülasyonunun da ki artışa ve avcılık yapan pinter sayısına (406 adet) bağlamak mümkündür.

Bölgede yakalanan kerevitler haftada bir gün Ağın Kooperatifine bağlı kabzımal tarafından devralınmaktadır. Yakalanan kerevitler sevk edilene kadar balıkçıların hapis olarak isimlendirdikleri luvarlarda bekletilmektedirler.

Bugün yurdumuzda kerevit üretimi ve istihsalı her geçen gün artmaktadır. Ancak bu artış gerekli bilimsel çalışmalar yapılmadan rastgele bir su kaynağından alınan üreme olgunluğuna erişmiş bir miktar anaç dişi ve erkek kerevitlerin, kerevit ihtiva etmeyen su kaynaklarına atılması ile sağlanmaktadır. Halbu ki kerevit istihsalimizi arttırmak için yapay metotlarla yavru üretilip, elde edilen yavruların tabii sularımıza bırakılması daha doğru olacaktır.

5.Kaynaklar

1. Duman, E. (2012). Dünya Balıkçılığı Ders Notları.Fırat Üniv., Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ, 30 s.
2. Aşar, D. (2000). Ekonomik Deniz Balıkları ve Balıkçılığı Ders Notları. Çukurova Üniv. Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi, Adana.
3. Anonim, (1982). Keban Baraj Gölü Limnolojik Etüd Raporu. D.S.İ. Genel Müdürlüğü İşl.Bak. Dai. Başkanlığı Yayını, Ankara,80 s.
4. Anonim, (1994). Keban Baraj Gölü Limnolojik Raporu, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı D.S.İ. Genel Müdürlüğü IX. Bölge Müdürlüğü, Su Ürünleri Baş Mühendisliği, Elazığ ,137 s.
5. Ekingen, G. ve Sarıyüpoğlu, M.(1981). Keban Baraj Gölü Balıkları. F. Ü.Vet. Fak. Derg. ,6:(1-2), 7-22.
6. Özdemir, N., D. Şen, E. Duman ve Yapar, A. (1993). Keban Baraj Gölü' nde Yaşayan *Chalcalburnus mossullensis* (Heckel, 1843)' de Yaş-Boy, Yaş-Ağırlık ve Boy-Ağırlık İlişkileri Üzerine Bir Araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi I. Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum,13-21.
7. Celayir, Y., Pala, M.ve Yüksel, F. (2006). Keban Baraj Gölü Balıkçılığı I.Balıklandırma Rezervuarı Sempozyumu. 7-9 Şubat, Antalya, s. 259-267.
8. Kuru, M. (1975). Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü ve Karadeniz Havzası Tatlı Sularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Sistemik ve Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi. Doktora Tezi,Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi, 181 s.
9. Geldiay, R. ve Balık, S. (1996). Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üni. Su Ür. Fak. Yayınları No: 46, 532 s.
10. Pala, M. (2002). Keban Baraj Gölü Çemişgezek Bölgesinde Avlanan Ekonomik Önemli Haiz Beş Balık Türünün Avcılığında Kullanılan Monofilament Sade Ağların Seçicilik Özellikleri, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 96 s.

11. Dartay, M. ve Duman E. (2005). Keban Baraj Gölü Çemişgezek Bölgesi'nde Kullanılan Balık Yakalama Aletlerinin Yapısı ve Verimlilikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 53 s.
12. Çelik, A. ve Duman E. (2001). Atatürk Baraj Gölü Bozova Bölgesinde Kullanılan Balık Yakalama Aletlerinin Yapısı. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, **18** (3-4), 407-419.
13. Anonim, (1995). Karakaya Baraj Gölü Limnoloji Raporu. T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı D.S.İ. Genel Müd. IX. Böl. Müd. Su Ürünleri Baş Müh., Elazığ, 58 s.
14. Pala, M. (1996). Keban Baraj Gölü Ova Bölgesinde Kullanılan Balık Yakalama Aletlerinin Yapısı ve Verimlilikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 69 s
15. Topalfaki, C. (1997). Atatürk Barajında Su Ürünleri Çalışmaları. Su Ürünleri Eğitim Semineri (21-24 Ekim), T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı D.S.İ. Gen. Müd. D.S.İ. XVI. Bölge Müd., Bozova / Şanlıurfa, 12 s.
16. Templeton, R. G. (1984). Freshwater Fisheries Management. Fishing News Books Ltd. Norwich.
17. Kılıç, A. (1998). Keban Baraj Gölü Ağın Bölgesinde Kerevit Avcılığı. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 60 s.

Balık Gametlerinin Moleküler ve Hücresel Özellikleri, Kalite Kriterleri ve Ölçüm Teknikleri

Kenan KÖPRÜCÜ

Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 23119 Elazığ, Türkiye
kkoprucu@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 30.03.2017; Kabul/Accepted: 11.09.2017)

Özet

Erkek ve dişi balıkların gamet kalitesi yavru balık üretiminde çok önemli bir rol oynamaktadır. Üretimde kaliteli gametlerin kullanılması başarı oranını ve verimliliği arttırmaktadır. Balıklarda gamet (yumurta ve sperma) kalitesini belirlemede kullanılan bir çok kriter mevcuttur. Biyolojik olarak gamet kalitesi, spermin dölleyebilme kapasitesi veya yumurtanın döllenebilme ve normal bir embriyoya dönüşebilme yeteneğidir. Bu derlemede, balık gametlerinin moleküler ve hücresel özellikleri, kalite kriterleri ve bunların ölçüm metotları ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Balık, Gamet, Kalite, Moleküler-Hücresel Özellikler, Ölçüm Teknikleri.

Molecular and Cellular Properties of Fish Gametes, Quality Criteria and Measurement Techniques

Abstract

The gamete quality of male and female fish plays a very important role in juvenile fish production. The use of quality gametes in production increases the success rate and productivity. There are many criteria use in determine the gamet (egg and sperm) quality in fish. Biologically, the gamete quality is sperm fertilization capacity or egg fertilization and the ability to transform into a normal embryo. In this review, molecular and cellular properties of fish gametes, quality criteria and their measurement methods are discussed.

Keywords: Fish, Gamet, Quality, Molecular-Cellular Properties, Measurement Techniques.

1. Giriş

Su ürünleri üretiminde erkek ve dişi gametlerin kalitesi birinci derecede rol oynamaktadır. Doğal ortamda veya kültür şartlarında bulunan balıkların gamet kalitesi biyotik ve abiyotik birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Bu nedenle, yavru balık üretiminde gamet kalitesi giderek artan bir ilgiyle izlenmekte, yumurta, sperma ve larva kalitesi üzerinde etkili olan faktörler araştırılmaktadır [1-7]. Biyolojik olarak gametin kalitesi; spermin dölleyebilme veya yumurtanın döllenebilme ve normal bir embriyoya dönüşebilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Bununla birlikte gamet kalitesi; çekirdek transferi veya androenez gibi gametlerin kullanımına bağlı olarak, yapılan uygulamalardaki özel biyoteknik farklılıklarla da açıklanabilir [8, 9]. Balıklarda gamet (yumurta ve sperma) kalitesini miktar olarak değerlendirmek için kullanılan bir çok kriter

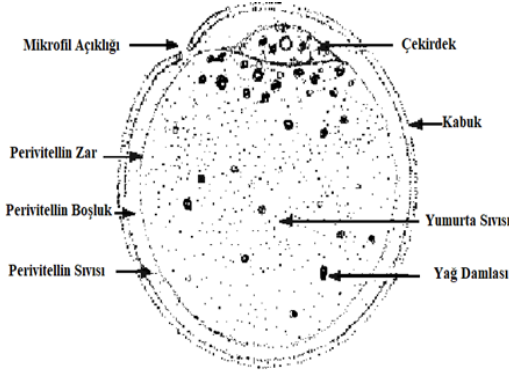
mevcut olup, bunlardan bazıları tür veya uygulama özelliğidir. Bu derlemede, balık gametlerinin moleküler ve hücresel özellikleri, gamet kalite kriterleri ve bunların ölçüm teknikleri araştırılmıştır.

2. Balık Gametlerinin Moleküler ve Hücresel Özellikleri

2.1. Yumurta

Dişi balığın gameti veya döllenen yumurtası, ikinci mayotik bölünmenin metafazında yer alan ve oogenetik sürecin son ürünü olan sabit bir ovositir (Şekil 1). Oogenetik boyunca ovaryum ile birlikte meydana gelir. Balıklarda yumurtanın koordineli birleşimi bazı türlerde yıllarca sürebilir. Bu nedenle oogenetik süreçte meydana gelen birleşim, sentez ve yumurta bileşenleri; döllendiğinde normal bir embriyoya dönüşecek kaliteli bir ovositin oluşmasında anahtar rol oynamaktadır [10, 11].

Bu özelliklerin yanı sıra yumurta sarısı proteinleri ve ovosit (döllenmemiş yumurta), maternal mRNA, protein, vitamin ve hormonlar (cinsiyet steroidleri, kortizol ve tiroid hormonları vs.) gibi birçok bileşeni içerir. [12, 13]. Maternal olarak aktarılan mRNA'lar ve proteinler oogenetik boyunca ovositte birleşirler [14]. Zigotik transkripsiyonun başlangıcı “maternal embriyo değişimi” esnasında meydana gelir. Diğer omurgalılarda olduğu gibi balıklarda da “maternal embriyo değişimi” orta-blastula safhasında meydana geldiğinden dolayı bu durum “orta blastula değişimi” adıyla da anılır [15].



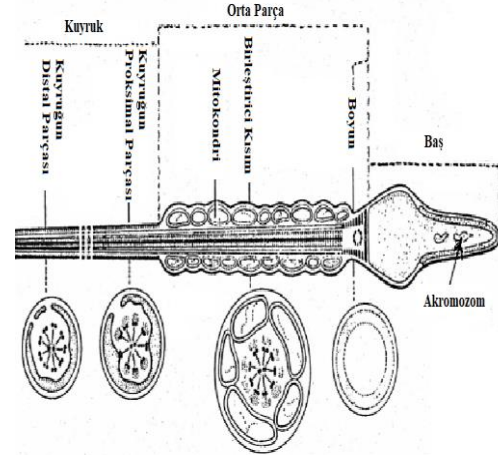
Şekil 1. Gökkuşluğu alabalığı'na ait olgun bir yumurtanın yapısı [10].

Yapılan moleküler analizlerde, farklı kalitedeki balık yumurtalarının bazı maternal mRNA miktarlarının farklılık gösterdiği belirlenmiştir [16, 17]. Bu nedenle yumurtalarda bulunan maternal mRNA'ların yapısı ve miktarı, oositin tam gelişimi için önemlidir. Aynı şekilde, özel maternal mRNA'ların oosit içerisinde bulunduğu yer embriyonun ön ve arka eksenlerinin tanımı için önemlidir [18]. Bu moleküller balıklarda yumurta kalitesini düzenleyici role sahiptirler. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yumurtasında ovulasyon sonrası yaşlandırma sürecinde, çekirdek plazmasının mRNA seviyelerinde hızlı bir düşüşle birlikte yumurta kalitesinin de düştüğü tespit edilmiştir [16]. Bu durum, çekirdek plazma mRNA'sının plazmanın nükleer yapılımasında ve embriyonik gelişimde önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir [19]. Ayrıca, gökkuşluğu alabalığının farklı kalitedeki yumurtalarının prohibitin 2 mRNA miktarları arasında da

farklılıklar olduğu belirlenmiştir [17]. Prohibitin 2 mRNA koruyucu bir protein olup, hücresel fonksiyonlar için gereklidir [19]. Balık ovositi maternal mRNA'ların yanı sıra, oogenesis sürecinde sentezlenen proteinleri de içermektedir. Zebra (*Danio rerio*) ve Çipura (*Sparus aurata*) balıklarında gelişen ovositin protein düzeyleri tespit edilmiştir [21]. Bununla birlikte, yumurta kalitesini düzenleyen bu proteinlerle ilgili çalışmalar yoğunlaştırılmalıdır.

2.2. Sperm

Spermium adı verilen erkek germ hücresi (Şekil 2); baş kısmı, orta parça ve kuyruk olmak üzere üç bölümden oluşan ve canlı iken çok hareketli olan bir cisimcikdir [22, 23].



Şekil 2. Gökkuşluğu alabalığı'na ait olgun bir spermium'un bölümleri ve kesitlerin şematik görünüşü [22].

2.2.1. Baş

Karşıdan bakıldığında oval, yandan bakıldığında armut biçimindedir. Boyanmış preparatlarda ise başın arka kısmı nüve boyaları ile çok koyu olarak boyanır. Çünkü bu kısımda çok miktarda DNA bulunmaktadır. Başın bu kısmı, spermium epitelinde olgunlaşırken ortaya çıkan enzimleri taşıdığı için fertilizasyonda önemli rol oynamaktadır [22].

2.2.2. Orta parça

Boyun ve birleştirici kısım olmak üzere iki bölümden oluşmuştur. Boyun çok kısadır ve baş

plağı (Moduli anteriores) ile ara kitle (Massa intermedia)'den oluşur. Boyun bir oynak görevi yaptığından dolayı baş bölümü spermiumun geri kalan kısımlarına karşı hareket yeteneği kazanmaktadır. Birleştirici kısımda; enine disk (Discus transversalis), son halka, eksen ipliği, spiral iplik ve sitoplasmik kılıf bulunmaktadır. Enine disk, ara kitlenin (Massa intermedia) hemen altında bir plaktan yapılmıştır. Son halka (dip çemberi veya kapatici halka) arka sentriolden oluşan bir plaktır. Eksen ipliği, enine diskten başlayarak kuyrukta da devam eden bir lifçikten oluşur. Spiral iplik, eksen ipliğinin etrafında bulunan ince plasmatik kılıfı saran ve mitokondriyelerden yapılmış olan 8-9 kıvrımlı bir ipliktir. Sitoplasmik kılıf ise en dışta bulunan ince bir zardır [22, 23].

2.2.3. Kuyruk

Spermium'un en ince ve uzun olan kısmıdır. Uzun olan bir esas parça (Pars principalis) ve kısa bir son parçadan (Pars terminalis) oluşmuştur. Bütün kuyruk boyunca eksen iplikçiği uzanır. Kuyruk, yılan gibi hareketler ile spermiumun ileriye doğru hareket etmesini sağlar. Spermium bir hücre olarak incelendiğinde; başın nüveye (DNA), bütün diğer kısımların da hücre gövdesine uyduğu görülür. Genleri içermesi nedeniyle fekondasyon esnasında asıl önemli rolü oynayan baştır. Enine disk ise sadece bir motor durumundadır. Bu plağın sağlam olması spermiumun hareket edebilmesi için şarttır. Kuyruk, geminin pervanesi gibi sadece hareketi sağlayan bir kısımdır. Başı bulunmayan bir spermium, eğer enine plağı sağlam ise hareket edebilir. Burdan anlaşılacağı gibi hareket yeteneği ile dölleme yeteneği farklı olaydır. Bir spermiumun yaşama süresi, içinde bulunduğu ortamın pH'ına bağlıdır. Spermiumlar asit ortamlarda hareket niteliklerini çok çabuk kaybederek ölürlere [22, 23].

2.2.4. Sperm zarının özellikleri

Sperm hücresinin plazma zarı, çekirdeği sıkı bir biçimde örter ve çekirdek ile plazma zarı arasında sadece ince bir sitoplasmik katman kalır. Salmonidae ailesinde akrozomu çevreleyen plazma çeperi kuyruk boyunca uzanan burgulu

yüzgece benzeyen yanal uzunluklara sahiptir [23]. Sperm hücresinin zarı hareket aktivitesinde önemli bir rol oynar. İyonik değişimlerin hissedilmesi, spermilerin suya salınma başlangıcı bu çeper üzerinden yapılır. Deniz alabalığında (*Cynoscion nebulosus*) sperm hareketliliği konusu; progesterin reseptörleri ve balık sperm plazma çeperindeki bir çok iyonik kanalın varlığıyla açıklanmıştır [24]. Gökkuşuğu alabalığı spermının baş kısmında bulunan monosialodihexosylgangliosid (GM3) sperm yumurtaya bağlanmasında rol oynamaktadır. Baş bölgesinde bulunan karakterize edilmemiş proteinler de dölleme işleminde etkilidir [25].

Biyofiziksel düzeyde çeper yağları çeperin akışkanlığını belirler. Bununla birlikte proteinler ve yağlar genel olarak su ve iyon geçirgenliğine katkı sağlamaktadır. Gökkuşuğu alabalığı sperm plazmasının çeperinde yer alan yağlarla ilgili detaylı çalışmalar yapılmıştır: Fosfolipitlerdeki molar kolesterol oranı %0,4-0,6 arasında seyretmektedir. Bu fosfolipid grupları arasında, dış yaprakçıkta bulunan fosfatidil ve kolin, toplam fosfatidilin %50'sini oluşturmaktadır. Buna ilaveten, iç yapraklarda bulunan fosfatidil serin %10, fosfatidil etanolamin ise %30'luk bir oranı kapsamaktadır. Çoklu doymamış yağ asitlerinden dokosaheksaenoik asit (22:6n-3)'de yüksek oranda (toplam yağ asitlerinin %10'undan fazla) bulunmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranı (1,30) oldukça yüksektir [26, 27].

2.2.5. Çekirdek

Sperm çekirdeğinin yapısı balık türlerine göre önemli derecede farklılık gösterir. Birçok çekirdek, değişim göstererek aksonim'in dayanak noktası olmasını sağlar. Sonuç olarak, çekirdeğin şekli, başa bağlı olan kamçının gücünü belirler. Gökkuşuğu alabalığı [28] ve somon türlerinde ince ve uzun bir şekle sahip olan çekirdekte invaginasyon oranı çekirdek uzunluğunun 1/3'ü kadardır. Diğer türlerde ise bu oran çekirdek boyunun 2/3'üne kadar çıkar. Barbun (*Mullus barbatus*), çopra (*Misgurnus anguillicaudatus*) ve havuz (*Carassius auratus*) balıklarında çekirdekteki invaginasyon oranı çok küçüktür [29].

Ayrıca balık spermindeki çekirdek proteinleri de türlere göre farklılık

göstermektedir. Örneğin; turna (*Esox lucius*)'nın sperm çekirdeği protamin içerirken, sazan (*Cyprinus carpio*), çupra (*Sparus aurata*) ve tekir (*Mullus surmuletus*) balıklarının sperm çekirdekleri sadece histonları içerir [30]. Bununla birlikte, gökkuşağı alabalığı sperminin çekirdeği hem protaminleri hem de histonları içerir. Çekirdek protein tiplerinin kromatin yoğunluğunu artırmaktadır. Kromatin yoğunluğu, DNA'nın kimyasal ve mekanik hasarlara karşı güçlenmesini sağlamaktadır. DNA stabilitesinde gözlemlenen değişimler, kromatin yapılarındaki farklılıklara bağlanabilir [31].

2.2.6. Sperm hareketini sağlayan mekanizmalar

Salmonlarda, testislerdeki sperm hareketli değildir. Sperm kanallarından aşağıya doğru inen sperm bu sırada hareket kabiliyeti kazanır. Bu olgunlaşma pH değerinin yükselmesi ile meydana gelmektedir [32]. Bu durum ise hücre içi AMPc'nin artmasını sağlamaktadır. Bu husus, diğer türlerde gerektiği kadar araştırılmamıştır. Ancak, genellikle pH'ın 8 veya üzerindeki bir değerde olması durumu, testislerdeki sperm tampon bölgede harekete geçmesini sağlamaktadır [33]. Olgun sperm serbest bırakıldığında, hücre dışı iyon değişimleri hareketliliği tetikler [34]. Birçok türde, sperm plazma ile su arasındaki osmotik basınç, sperm hareketliliğini tetikleyen ana unsurdur. Buna ilaveten salmonlarda hücre dışı K⁺ değerinin düşüşü sperm hareketliliğini sağlamaktadır [35]. Ringa balığında (*Clupea palasii*) belirlendiği üzere, bazı yumurta faktörleri de sperm hareketliliği üzerinde etkilidir [36]. Sperm hareketinin başlaması ile iyon değişimi arasındaki bağlantıyı moleküler olaylar sağlamaktadır. Bu değişim, özellikle Cyprinidae ve Salmonidae familyasına ait balıklarda araştırılmıştır. Yine aksonim düzeyinde, hareketlilik başlangıcı ile AMPc artışı arasındaki bağlantı Salmonlarda detaylı bir biçimde incelenmiştir. Bu tip bağlantı aktörleri henüz kısmi olarak incelenmiş olup, karmaşık bir fosforilasyon-defosforilasyon sıralamasını içinde barındırmaktadır. Salmonidae familyasına ait balıklarda protein fosforilasyonu proteasomlar tarafından düzenlenmektedir [37, 38].

3. Balık Yumurtası Kalite Kriterleri

Yavru balık üretiminde temel amaç yüksek kalitede ve sayıda yumurta ve dolayısıyla larva elde etmektir. Yumurta özellikleri olarak tanımlanan yumurta kalite parametreleri; uygun şartlar altında yumurtanın döllenebilmesi, embriyonal gelişim ve larva yaşama oranı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır [2, 39]. Kültürü yapılmakta olan veya yapılmaya çalışılan birçok balık türü için kaliteli ve yüksek sayıda yumurta üretimi çok önemli bir problemdir. Levrek (*Dicentrarchus labrax*), kalkan (*Psetta maxima*), çipura ve birçok yassı balık yumurtaları oldukça düşük bir yaşama oranına (genellikle %5'den az) sahiptir. Salmonların yumurta ve larvaları yüksek kalitede olmakla birlikte, kuluçkalanan yumurtaların 2/3'si bozulabilir, çıkan larvaların ve ilk birkaç ay içerisinde yavru balıkların önemli bir kısmı kaybedilebilir [2].

Balıklarda yumurtanın dölleme yeteneği gamet kalitesinin anahtar unsurlarından biridir. Bazı türlerde dölleme oranlarını kaydetmek kolaydır. Bu durum kalkan, morina (*Gadus morua*) ve sarıkuyruklu dil balığı (*Limanda ferruginea*) gibi şeffaf yumurtalı balık türleri için geçerlidir. Bunun aksine, mat yumurtalı balık türleri için oldukça zordur. Geçmişte "dölleme oranı" tabirini kullanan birçok çalışma, çok sonraki aşamalarda görülen canlı embriyo durumunu tasvir etmiştir. Bu nedenle dölleme oranı, erken gelişim dönemi için iyi bir kriterdir. Fakat türlere bağlı olarak bunun gözlemlenmesi zordur. Ayrıca birçok deniz balığında görüldüğü üzere ileriki gelişim durumları için, dölleme başarısı çok belirleyici bir unsur değildir [40]. Döllemeden sonra, embriyo hücreleri bölünmeye başlar. İlk embriyo hücrelerinin şekli ve anormal hücre bölünmelerinin meydana gelmesi şeffaf yumurtalı balıkların kalitesini gösteren bir kriterdir. Turbot (*Scophthalmus maximus*) balıklarında blastomer şekli, sonraki aşamalarda görülen gelişimsel başarıyla yakından ilişkilidir [41]. Atlantik morinası (*Limanda ferruginea*)'nda anormal klivaja uğrayan embriyoların yaşam süresinin normal embriyolarınkinden daha kısa olduğunu belirlenmiştir. Bununla birlikte, normal veya anormal yumurtaların yaşama oranları ve kuluçka başarıları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bu durum, anormal klivaj

görünümünün embriyonik süreci etkilemediğini göstermektedir. Sarıkuyruklu dil balığında anormal klivaj erken embriyo ölümleriyle sonuçlanır [42].

Turbot [3] ve mercan (*Pagrus major*) [43] gibi pelajik balık yumurtaları için dölleme başarısı önemli bir kalite kriteridir. Gökkuşuğu alabalığında, yumurtanın döllenenmesinden sonraki ilk 12 saatte veya embriyonal gelişimin 7. gününde sonra oluşan ölü veya gelişmeyen yumurtaların tespit edilmesiyle fertilizasyon oranı belirlenebilir. Diğer bir ifadeyle, yumurtanın dölleme ve gözlenme oranları arasındaki korelasyon belirlenerek kalite kontrolü yapılabilir [44]. Genellikle yumurta kalitesi, gözlenmiş yumurta oranı ile ifade edilir [45]. Fakat, deniz balıklarının yumurta kalitesini belirlemeye yönelik olarak kullanılan metotlar üzerine ortak bir görüş bulunmamaktadır. Deniz balıklarının yumurta kalitesi, genellikle yumurtaların deniz suyunda yüzmesine veya batmasına göre belirlenip, düşük veya iyi kaliteli olarak sınıflandırılırlar. Balık yumurtasının şekli, şeffaflığı, korion görünüşü ve yağ damlacıklarının dağılımı gibi birçok faktör yumurta kalitesiyle ilgilidir. Bununla birlikte, deniz salmonlarında yumurtanın döllenebilme oranı onun kalitesini göstermektedir. Yassı deniz balıklarının morfolojik karakterleri de kaliteyle ilgilidir [46]. Ayrıca, fekundite veya yumurta sayısının yanısıra yumurta büyüklüğü de yumurta kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli kriterlerdir [47].

4. Balık Spermisi Kalite Kriterleri

Genel olarak, sperm yumurtayı dölleyebilme kapasitesi sperm kalitesini gösterir. Sperm sıvısındaki hücrelerin sayısı ve hareketliliği sperm dölleyebilme kapasitesini etkileyen en önemli unsurlardır. Bununla birlikte, sperm kalitesini tanımlamada kullanılan en yaygın kriter sperm hareketliliğidir. Diğer kriter parametreleri; sperm hücresinin gücü, hızı ve ileri doğru aktif hareket edebilme yeteneğidir. Ayrıca, sperm dölleme kapasitesiyle doğrudan ilişkili olan; sperm sıvısının başta pH'sı olmak üzere kimyasal yapısı, osmotik ve morfolojik yapıları, adozin trifosfat konsantrasyonu, enzimatik aktiviteler ve diğer bazı özellikler sperm

kalitesini ifade etmede kullanılmaktadır [1, 48-53]. Çevresel faktörlerdeki farklılıklara bağlı olarak, damızlık balık spermalarının dölleme kapasiteleri de değişmektedir. Bu nedenle, damızlık balıklarda sperm kalitesinin tam olarak tanımlanabilmesi oldukça güçtür [52].

4.1. Sperm kalitesinin belirlenmesi

Balıklarda sperm kalitesinin tespiti, yapay döllemede verimliliği arttırabilmek için gereklidir. Balık kuluçkahanelerinde üretimin garanti altına alınabilmesi için, yumurtayı dölleme işleminde kullanılan sperm kalitesi hızlı ve güvenilir şekilde tespit edilmelidir. Bu amaçla “subjektif”, “yarı sayısal” ve “bilgisayar kontrollü sperm analiz (CASA: Computer-Assisted Sperm Analysis)” metotları kullanılmaktadır [49-57].

4.1.1. Subjektif metot

Bu metodun temelini hareketli sperm hücrelerinin yüzdesi ve bu hareketliliğin genel durumuna ait özellikler oluşturmaktadır. Subjektif metotta; 0-5 rakamları arasında değişen bir derecelendirme yöntemi kullanılmaktadır. Sınıflandırmada kullanılan sıfır değeri hiçbir hareketliliğin gözlenmediğini, bir değeri %20, iki değeri %40, üç değeri %60 ve dört değeri %80'e varan bir hareketlilik olduğunu, beş değeri ise tüm hücrelerin hareketli olduğunu göstermektedir. Bu amaçla, yaklaşık bir damla sperm kapiller pipet yardımıyla lam üzerine alınır, üzerine lamel kapatılmaksızın mikroskop altında (x400) kitle hareketi incelenir. Muayene kısa sürede yapılmalı ve gerektiğinde tekrarlanmalıdır. Bununla birlikte, araştırmacının tecrübesine ve laboratuvar şartlarına bağlı olarak bu tekniğin farklı sonuçlar verebilme ihtimali mevcuttur [53, 54].

4.1.2. Yarı sayısal metot

Balıklarda sperm hareketlilik oranının belirlenmesinde; subjektifliğin üstesinden gelebilmek, ölçüm hassasiyetini ve analiz yönteminin inandırıcılığını arttırabilmek, analizi standardize edebilmek amacıyla çok sayıda uygulama yapılmış ve birçok teknik geliştirilmiştir. Yarı-sayısal metot bu amaçla

kullanılmakta olup, sperm hareketliliğinin kaydedildiği video görüntülerinin iki veya daha fazla gözlemci tarafından incelenmesi esasına dayanmaktadır. Sperma hareketinin kaydedildiği video yavaşlatılmış şekilde sürekli ileri ve geri sarılarak incelenmektedir. Bu teknikte, bulunduğu yerde titreşen veya kendi eksenini etrafında dönen spermlerin hareketsiz, sadece ileriye doğru hareket edebilen spermlerin ise hareketli olduğu kabul edilir [55]. İlk önce hareketli spermler sayılır. Bu işlemden önce ekran üzerine ızgara şeklinde çizgiler çizilerek, spermin gerçekten hareketli olup olmadığı kolayca anlaşılabilir. Tüm spermanın %50'sinin hareketli olduğu andan %95'inin hareketi bıraktığı ana kadar geçen süre kronometre ile ölçülerek toplam hareketlilik süresi belirlenmektedir. Subjektif metoda göre bu yöntem daha yüksek bir doğruluk yüzdesine sahiptir. Bununla birlikte sperma hareketliliğinin belirlenmesi ve hızının ölçülmesi gözlemi yapan araştırmacının deneyimine bağlı olup, bu durum zaman kaybına neden olabilmektedir [50, 53].

4.1.3. Bilgisayar destekli sperm analiz metodu

Bu metot, görüntüleme yazılımı olan bir bilgisayar kullanılarak fotomikrografi ve videomikrografi tekniklerinin uygulanmasıyla sperma hareketliliğinin ölçülmesi esasına dayanır. Sistem temel olarak, mikroskop üzerine monte edilmiş olan ve monitöre sinyal gönderen bir CCD sensörlü kamera, kayıt cihazı ve görüntüleme yazılımı olan bir bilgisayardan oluşmaktadır. Sperma hareketliliği videoya kaydedilip daha sonra analiz edilmektedir [56, 57]. Sperma hareketliliğini ölçmede, yörünge boyunca süren eğik hız (EH) veya hareketliliğin başlama ve bitiş noktaları arasındaki doğrusal hız (DH) bir kriter olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Yörüngeyi doğrusal bir hat oluşturması durumunda EH ve DH birbirine eşittir. Bununla birlikte, DH/EH oranı spermanın hareketlilik oranı ve kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Kemikli balıklarda, sperm sıvısıyla birlikte ortama salınan sperm hücreleri doğrusal veya hafif eğik bir yörünge çizerek hareket ederler. Bilgisayar destekli sperm analiz metoduna göre sperm sayısı belirlenirken, kullanılan en önemli iki parametre hareketli

sperm hücrelerinin oranı ve hareketlilik miktarıdır [49, 53].

5. Embriyo Yaşama Oranı ve Şekil Bozukluğu

Embriyonik aşamada embriyonun hayatta kalması, başarılı bir biçimde gelişen spermin dölleme ve yumurtanın dölleme yeteneğini karakterize eden en yaygın dönemdir. Bu devrede hayatta kalma durumu birçok balık türünde görülen gözlenme, kuluçka ve besin kesesi emilimi gibi özel aşamalarda değerlendirilebilir. Bu parametre embriyonal gelişim süreçlerinin izlenebilmesi için önemlidir. Embriyonik şekil bozuklukları da döllemiş yumurtaların gelişimini değerlendirebilmek için kullanılmaktadır [10].

6. Sonuçlar

Yavru balık üretiminde balık gametlerinin moleküler ve hücresel özelliklerinin ve kalitesinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Kaliteli yumurta ve spermin üretimde kullanılması başarı oranını ve verimliliği artırır. Bununla birlikte spermin dölleme ve yumurtanın döllemesi işleminden önce bu gametlerin kalitesini net olarak belirlemek güçtür. Bunun için spermin dölleme ve yumurtanın dölleme gücünün biyolojik olarak test edilmesi, elde edilen embriyo ve larvaların morfolojik gelişimlerinin ve yaşama oranlarının izlenmesi gerekmektedir.

7. Kaynaklar

1. Munkittrick, R.K., Moccia, D.R. (1987). Seasonal changes in the quality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) semen: effect of a delay in stripping on spermatocrit, motility, volume and seminal plasma constituents. *Aquaculture*, **64(2)**: 147-156.
2. Bromage, N.R., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J.R.C., Duston, J., Barker, G. (1992). Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **100**: 141-166.
3. Kjörsvik, E., Hoehne-Reitan, K., Reitan, K.I. (2003). Egg and larval quality criteria as predictive measures for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus*, L.). *Aquaculture*, **227**: 9-20.

4. Aegerter, S., Jalabert, B. (2004). Effects of post-ovulatory oocyte ageing and temperature on egg quality and on the occurrence of triploid fry in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, **231**: 59-71.
5. Palace, V.P., Werner, J. (2006). Vitamins A and E in the maternal diet influence egg quality and early life stage development in fish: a review. *Scientia Marina*, **70**: 41-57.
6. Mansour, N., Lahnsteiner, F., Patzer, R.A. (2007). Distribution of lipid droplets is an indicator of egg quality in brown trout, *Salmo trutta fario*. *Aquaculture*, **273**: 744-747.
7. Crespel, A., Rime, H., Fraboulet, E., Bobe, J., Fauvel, C. (2008). Egg quality in domesticated and wild seabass (*Dicentrarchus labrax*): a proteomic analysis. *Cybiurn*, **32**: 205.
8. Brooks, S., Tyler, C.R., Sumpter, J.P. (1997). Egg quality in fish: what makes a good egg? *Revi. Fish Biol. Fish.*, **7**: 387-416.
9. Bobe, J., Labbe, C. (2010). Egg and sperm quality in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **165**(3): 535-548.
10. Tata, J.R. (1986). Coordinated assembly of the developing egg. *Bioessays*, **4**: 197-201.
11. Bonnet, E., Fostier, A., Bobe, J. (2007). Characterization of rainbow trout egg quality: a case study using four different breeding protocols, with emphasis on the incidence of embryonic malformations. *Theriogenology*, **67**: 786-794.
12. Feist, G., Schreck, C.B., Fitzpatrick, M.S., Redding, J.M. (1990). Sex steroid profiles of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during early development and sexual differentiation. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **80**: 299-313.
13. Hwang, P.P., Wu, S.M., Lin, J.H., Wu, L.S. (1992). Cortisol content of eggs and larvae of teleosts. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **86**: 189-196.
14. Pelegri, F. (2003). Maternal factors in zebrafish development. *Dev. Dyn.*, **228**: 535-554.
15. Kane, D.A., Kimmel, C.B. (1993). The zebrafish midblastula transition. *Development*, **119**: 447-456.
16. Aegerter, S., Jalabert, B., Bobe, J. (2005). Large scale real-time PCR analysis of mRNA abundance in rainbow trout eggs in relationship with egg quality and postovulatory ageing. *Mol. Reprod. Dev.*, **72**: 377-385.
17. Bonnet, E., Fostier, A., Bobe, J. (2007). Microarray-based analysis of fish egg quality after natural or controlled ovulation. *BMC Genomics*, **8**: 55.
18. Howley, C., Ho, R.K. (2000). MRNA localization patterns in zebrafish oocytes. *Mech. Dev.*, **92**: 305-309.
19. Burns, K.H., Viveiros, M.M., Ren, Y., Wang, P., DeMayo, F.J., Frail, D.E., Eppig, J.J., Matzuk, M.M. (2003). Roles of NPM2 in chromatin and nucleolar organization in oocytes and embryos. *Science*, **300**: 633-636.
20. Mishra, S., Murphy, L.C., Murphy, L.J. (2006). The prohibitins: emerging roles in diverse functions. *J. Cell Mol. Med.*, **10**: 353-363.
21. Knoll-Gellida, A., Andre, M., Gattegno, T., Forgue, J., Admon, A., Babin, P.J. (2006). Molecular phenotype of zebrafish ovarian follicle by serial analysis of gene expression and proteomic profiling, and comparison with the transcriptomes of other animals. *BMC Genomics* **7**: 46.
22. Kayalı, H., Satiroglu, G., Tasyürekli, M. (1992). The effects of fluctuating seasonal and constant water temperatures on the photoperiodic advancement of reproduction in female rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, **205**: 193-204.
23. Lahnsteiner, F., Patzner, R.A. (2008). Sperm morphology and ultrastructure in fish. In: Alavi, S.M.H., Cosson, J.J., Coward, K., Rafiee, G. (Eds.), *Fish Spermatology*, Alpha Science International Ltd., Oxford, pp. 2-61.
24. Tubbs, C., Thomas, P. (2008). Functional characteristics of membrane progesterin receptor alpha (mPRalpha) subtypes: a review with new data showing mPRalpha expression in sea trout sperm and its association with sperm motility. *Steroids*, **73**(9-10): 935-41.
25. Beck, J.C., Fulcher, K.D., Beck, C.F., Cloud, J.G. [1992]. Sperm surface antigen required for fertility: identification on spermatozoa of rainbow trout by use of monoclonal antibodies. *Trans. Am. Fish. Soc.*, **121**: 333-339.
26. Pustowka, C., McNiven, M.A., Richardson, G.F., Lall, S.P. (2000). Source of dietary lipid affects sperm plasma membrane integrity and fertility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) after cryopreservation. *Aquacult. Res.*, **31**: 297-305.
27. Muller, K., Muller, P., Pincemy, G., Kurz, A., Labbe, C. (2008). Characterization of sperm plasma membrane properties after cholesterol modification: consequences for cryopreservation of rainbow trout spermatozoa. *Biol. Reprod.*, **78**: 390-399.
28. Billard, R. (1983). Ultrastructure of trout spermatozoa: changes after dilution and deepfreezing. *Cell Tissue Res.*, **228**: 205-218.
29. Ohta, T., Kato, K.H., Abe, T., Takeuchi, T. (1993). Sperm morphology and distribution of intramembranous particles in the sperm heads of selected freshwater teleosts. *Tissue Cell*, **25**: 725-735.
30. Saperas, N., Lloris, D., Chiva, M. (1993). Sporadic appearance of histonesn histonelike proteins, and protamines in sperm chromatin of bony fish. *J. Exp. Zool.*, **265**: 575-586.
31. Christensen, M.E., Rattner, J.B., Dixon, G.H. (1984). Hyperacetylation of histone H4 promotes chromatin decondensation prior to histone replacement by protamines during spermatogenesis in rainbow trout. *Nucleic Acids Res.*, **12**: 4575-4592.

32. Morisawa, S., Morisawa, M. (1988). Induction of potential for sperm motility by bicarbonate and pH in rainbow trout and chum salmon. *J. Exp. Biol.*, **136**: 13-22.
33. Morisawa, S., Ishida, K., Okuno, M., Morisawa, M. (1993). Roles of pH and cyclic adenosine monophosphate in the acquisition of potential for sperm motility during migration from the sea to the river in chum salmon. *Mol. Reprod. Dev.*, **34**: 420-426.
34. Morisawa, M. (1994). Cell signaling mechanisms for sperm motility. *Zoolog. Sci.*, **11**: 647-662.
35. Morisawa, M., Suzuki, K. (1980). Osmolality and potassium ion: their roles in initiation of sperm motility in teleosts. *Science*, **210**: 1145-1147.
36. Oda, S., Igarashi, Y., Manaka, K., Koibuchi, N., Sakai Sawada, M., Sakai, K., Morisawa, M., Ohtake, H., Shimizu, N. (1998). Sperm-activating proteins obtained from the herring eggs are homologous to trypsin inhibitors and synthesized in follicle cells. *Dev. Biol.*, **204**: 55-63.
37. Inaba, K., Morisawa, S., Morisawa, M. (1998). Proteasomes regulate the motility of salmonid fish sperm through modulation of cAMP-dependent phosphorylation of an outer arm dynein light chain. *J. Cell Sci.*, **111**: 1105-1115.
38. Inaba, K. (2008). Molecular mechanisms of the activation of flagellar motility in sperm. In: Alavi, S.M.H., Cosson, J.J., Coward, K., Rafiee, G. (Eds.), *Fish spermatology*, Alpha Science International Ltd., Oxford, pp. 267-279.
39. Okumuş, İ. (2003). Rainbow trout broodstock management and seed production in Turkey: Present practices, constraints and the future. *Turkish J. Fisheries and Aquatic Sciences*, **2**: 41-56.
40. Shields, R.J., Brown, N.P., Bromage, N.R. (1997). Blastomere morphology as a predictive measure of fish egg viability. *Aquaculture*, **155**: 1-12.
41. Kjørsvik, E., Hoehne-Reitan, K., Reitan, K.I. (2003). Egg and larval quality criteria as predictive measures for juvenile production in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, **227**: 9-20.
42. Avery, T.S., Brown, J.A. (2005). Investigating the relationship among abnormal patterns of cell cleavage, egg mortality and early larval condition in *Limanda ferruginea*. *Journal of Fish Biology*, **67**: 890-896.
43. Sakai, K., Nomura, M., Takashima, F. (1985). Characteristics of naturally spawned eggs of red sea bream. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, **51**: 1395-1399.
44. Springate, J.R.C., Bromage, N.R., Elliott, J.A.K., Hudson, D.L. (1984). The timing of ovulation and stripping and their effects on the rates of fertilization and survival to eying, hatch and swim-up in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*, R.). *Aquaculture*, **43**: 313-322.
45. Bromage, N.R., Bruce, M., Basavaraja, N., Rana, K., Shields, R., Young, C., Dye, J., Smith, P., Gillespie, M., Gamble, J. (1994). Egg quality determinants in finfish: the role of overripening with special reference to the timing of stripping in the Atlantic halibut *Hippoglossus hippoglossus*. *J. World Aquacult. Soc.*, **25**: 13-21.
46. Kjørsvik, E., Mangor-Jensen, A., Homefjord, I. (1990). Egg quality in marine fishes. *Adv. Marine Biol.*, **26**: 71-113.
47. Bromage, N.R., Roberts, R.J. (1994). Broodstock Management and Egg and Larval Quality. Wiley-Blackwell, 436 p.
48. Köprücü, K., Gür, S. (1999). Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, W.)'nın sperma ve yumurta kalitesinin dölverimi üzerine etkisi. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, **9 (1-2)**: 81-86.
49. Rurangwa, E., Volckaert, F.A., Huyskens, G., Kime, D.E., Ollevier, F. (2001). Quality control of refrigerated and cryopreserved semen using computer-assisted sperm analysis (CASA), viable staining and standardized fertilization in African catfish (*Clarias gariepinus*). *Theriogenology*, **55**: 751-769.
50. Rurangwa, E., Kime, D.E., Ollevier, F., Nash, J.P. (2004). The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*, **234**: 1-28.
51. Aydın, İ. (2011). Kültür balıklarında sperm kalitesi: Kalite parametrelerinin ölçümü ve kaliteyi etkileyen faktörler. *Yunus Araştırma Bülteni*, **1**: 8-13.
52. Cosson, J., Linhart, O., Mims, S.D., Shelton, W.L., Rodina, M. (2000). Analysis of motility parameters from paddlefish and shovelnose sturgeon spermatozoa. *Journal of Fish Biology*, **56**: 1348-1367.
53. Yavuz, H. (2013). Balıklarda sperm ve yumurta kalitesini değerlendirme kriterleri. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **9(2)**: 22-36.
54. Viveiros, A.T.M., Jatzkowski, A., Komen, J. (2003). Effects of oxytocin on semen release response in African catfish (*Clarias gariepinus*). *Theriogenology*, **59**: 1905-1917.
55. Aas, G.H., Refstie, T., Gjerde, B. (1991). Evaluation of milt quality of Atlantic salmon. *Aquaculture*, **95**: 125-132.
56. Boyer, S.P., Davis, R.O., Katz, D.F. (1989). Automated semen analysis. Current problems in obstetrics. *Gynecol. Fertil.* **12**: 165-200.
57. Fauvel, C., Suquet, M., Cosson, J. (2010). Evaluation of fish sperm quality. *Journal of Applied Ichthyology*, **2(5)**: 636-643.

Avrupa Yayın Balığı (*Silurus glanis* L.)'nın Sindirim Kanalındaki Bazı Nöropeptidlerin İmmunohistokimyasal Olarak İncelenmesi

Sibel KÖPRÜCÜ¹, Mine YAMAN^{*2}

¹Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Balık Hastalıkları Anabilimdalı, 23119, ELAZIĞ,
^{*2}Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Histoloji Embriyoloji Anabilimdalı, 23119, ELAZIĞ,
yaman@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 19.04.2017; Kabul/Accepted: 10.02.2018)

Özet

İmmunohistokimyasal teknikler kullanılarak Avrupa yayın balığı *Silurus glanis*'in mide ve bağırsağında gastrin, glukagon ve kolesistokinin (CCK-8) belirlendi. Bu nöropeptidler mide ve bağırsağın farklı bölümlerinde değişen yoğunluk ve lokalizasyonda tespit edildi. Gastrin ve glukagon immunoreaktiviteleri midenin gastrik mukozasında belirlendi. Bu immüreaktif hücreler genellikle midenin yüzey ve bez epitel hücreleri arasında lokalizedir. Gastrin, glukagon ve CCK-8 immunoreaktiviteleri bağırsakta bulundu. Bağırsak mukozasındaki immüreaktif hücreler yüzey epitel hücrelerinde belirlendi. Ekonomik öneme sahip olan *Silurus glanis*'in sindirim kanalında bu immüreaktivite ilk defa belirlenmiş olması, bu balığın kas ve mukosal salgı aktivitesinin morfolojik ve fonksiyonel yönden değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Silurus glanis* L., İmmunohistokimya, Sindirim kanalı.

Examination immunohistochemically of some neuropeptides in the digestive tract of European Catfish (*Silurus glanis* L.)

Abstract

Using immunohistochemistry technique, gastrin, glucagon and cholecystokinin (CCK-8) were determined in the stomach and intestine of European catfish *Silurus glanis*. These neuropeptides were detected in varying intensity and localization in different parts of stomach and intestine. The gastrin and glucagon immunoreactivities were identified in the gastric mucosa of stomach. These immunoreactive cells were generally localised between surface and gland epithelial cells in stomach regions. The gastrin, glucagon and cholecystokinin (CCK-8) immunoreactivities were found in the intestine. The immunoreactive cells in the intestine mucosa were detected in surface epithelial cells. The first identification of these immunoreactivity in the digestive tract of *Silurus glanis*, which has economical importance, contributes to morphological and functional evaluation of muscle and mucosal secretion activity of this fish.

Keywords: European Catfish, Immunohistochemistry, Alimentary tract.

1. Giriş

Avrupa yayın balığı (*Silurus glanis* L.) Siluridae familyasından Avrupa'nın ikinci büyük tatlı su balığıdır. Türkiye'de büyük ırmaklarda ve baraj göllerinde bulunur. Suni göllerde de üretilen yayın balığı yenilen bir balıktır [1].

Balıkların sindirim kanalında endokrin hücreler tarafından üretilen pekçok düzenleyici hormon ve peptid bildirilmiştir [2]. Besinlerin sindirimi ve emilimi için gerekli olan sindirim enzimlerinin salgılanması, besin maddelerinin emilimi, bağırsak motilitesi ve kan dolaşımı gibi fizyolojik fonksiyonlar bu hücrelerin salgıları ile

düzenlenir [3]. Kanalın gelişimini ve fonksiyonlarını regüle eden peptid ve hormon yapısında olan bu salgıların bazıları gastrin, glukagon ve kolesistokinin (CCK-8)'dir.

Gastrin hormonu G hücreleri diye adlandırılan ve pilorus bezlerinde bulunan gastrin hücrelerinden salgılanır. Gastrinin başlıca fizyolojik görevi midenin asit sekresyonunu uyarmaktır. Bunun yanı sıra özellikle midenin ve intestinal mukozanın gelişimini uyaran besinsel bir role de sahiptir [4]. Glukagon, langerhans adacıkları ve bağırsak epitel hücreleri tarafından üretilir. Enteroglukagon ince bağırsağın gelişmesini sağlayan ve kan şekerini yükselten bir

hormondur [5,6]. Kolesistokinin (CCK) ilk olarak bağırsaktan izole edilmiş olan bir peptiddir. Bir bağırsak hormonu olan kolesistokinin (CCK) sindirim sürecinde etkili olan ve periferel doygunluk sinyalleri aracılığı ile gıda alımının kontrol edilmesinde rol oynayan anoroksijenik bir peptiddir [7].

Sindirim kanalı nöroendokrin sistemindeki bu düzenleyici peptidlerin varlığı pek çok balık türünde belirlenmiştir [2,8-18]. Balıklarda sindirim kanalı endokrin hücrelerinin bölgesel dağılımı, yoğunluğu ve hücre tipleri hayvan grupları ve sindirim kanalının bölümleri arasında önemli farklılıklar göstermektedir [9,12,19,20]. Bu çalışma ile kemikli balıklardan olan Avrupa yayın balığı (*Silurus glanis L.*)'nın sindirim kanalı; gastrin, glukagon ve kolesistokinin (CCK-8) yönünden immunohistokimyasal teknikler kullanılarak incelenecek ve türe ait bölgesel dağılımdaki farklılıklar ortaya konulacaktır.

2. Materyal ve Metod

Bu çalışmada 10 adet Avrupa yayın balığı (*S. glanis L.*) kullanıldı. Balıkların mide ve bağırsak örnekleri Bouin tespit solüsyonunda 16–20 saat tespit edilerek, hazırlanan parafin bloklardan 5–6 µ kalınlığındaki kesitler polysine kaplı lamlara

alındı. Alınan kesitlere avidin-biotin horseradish peroksidaz kompleks (ABC) ve peroksidaz anti peroksidaz (PAP) teknikleri kullanılarak immunohistokimyasal boyama yapıldı [21]. Parafini giderilmiş kesitler endojen peroksidaz aktivitesini azaltmak için %3'lük hidrojen peroksidaz (H₂O₂)'da, antijen retrieval protokolü sonrası ise spesifik olmayan boyamaları engellemek için %10'luk normal keçi serumunda 10'ar dakika bekletildi. İmmunohistokimyasal boyamaları için kesitler, primer antikor olarak rabbit poliklonal antiserumu (rabbit anti-gastrin, -glukagon -kolesistokinin) ile Tablo 1'de verilen sulandırma oranlarına göre inkübe edildi.

PAP tekniği için primer antikorlarla inkübe edilen kesitler sekonder antikor olarak goat anti-rabbit IgG ve bunu takiben rabbit-peroksidaz anti-peroksidaz (PAP) ile prosedüre uygun olarak işleme tabi tutuldu. Daha sonra DAB kromojen substratı ile muamele edilerek hematoksilende boyandı. ABC tekniğinde ise, primer antikorlarla inkübasyondan sonra kesitler, sekonder antikor olarak biotinleştirilmiş sekonder antiserum (goat-anti-rabbit), sonra streptavidin horseradish peroksidaz ve ardından DAB kromojen substrat ile muamele edilerek hematoksilene boyandı [22].

Tablo 1. Çalışmada kullanılan primer antikor listesi

Primer Antikor	Sulandırma Oranı	Ticari İsim	Katalog No
Gastrin	1: 500	Abcam	ab16035
Glukagon	1: 200	Santa Cruz Biotechnology, Inc. Germany	sc-13091
CCK-8	1: 100	Enzo Life Sciences	BML-CA1125

3. Bulgular

Avrupa yayın balığı (*Silurus glanis L.*)'nın sindirim kanalı fonksiyonları üzerinde oldukça etkili olan nöropeptidlerden gastrin, glukagon ve

kolesistokinin (CCK-8)'in immunohistokimyasal boyama sonuçları incelendi. Bu nöroendokrin hücrelerin; lokalizasyon yeri ve sıklığı, ortalama sayı değerleri olarak Tablo 2'de değerlendirildi.

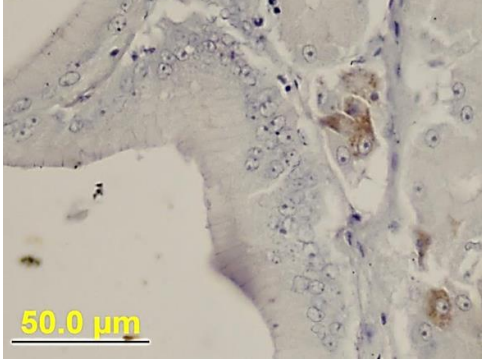
Tablo 2. Avrupa yayın balığı (*S. glanis L.*)'nın her sindirim kanalı bölümüne ait incelenen 10 mikroskop sahasındaki (toplamda 60 mikroskop sahası) endokrin hücrelerin ortalama sayı değerleri (ortalama ± SD).

Primer Antikor	Midenin Bölümleri			Bağırsağın Bölümleri		
	Kardia	Fundus	Pilorus	İnce Bağırsak	Orta Bağırsak	Kalın Bağırsak
Gastrin	-	1,80±0,60	5,60±1,11	1,50±0,67	-	-
Glukagon	-	11,10±1,14	5,60±0,92	11,40±1,28	11,50±1,36	1,70±0,64
CCK-8	-	-	-	11,60±1,11	11,30±0,90	2,20±0,87

Gastrin immunoreaktif hücrelere midenin kardial bölgesinde rastlanmazken, fundus bölgesinde az, pilorus bölgesinde ise daha fazla yoğunlukta bulundu (Şekil 1, 2). Bu hücreler ince

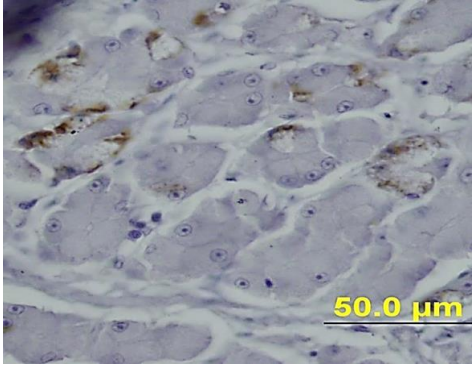
bağırsakta tek tek belirlenirken (Şekil 3), orta ve kalın bağırsakta hiç tespit edilemedi. Gastrin IR hücreler genelde gastrik mukozanın yüzey epitel hücreleri ile gastrik bezlerin bez epitel hücreleri

arasına lokalize olmuştu. İnce bağırsaktaki lokalizasyonu ise daha çok yüzey epitel hücreleri arasında belirlendi.

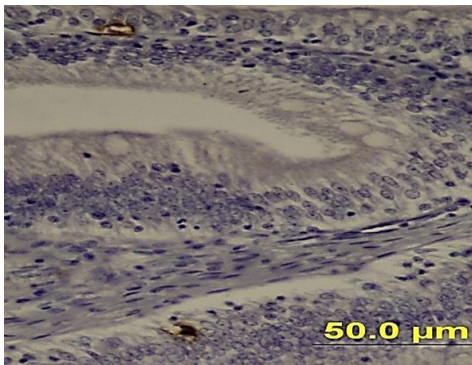


Şekil 1. Fundik midede gastrin IR hücreler.

Hücrelerin morfolojik görünümü genellikle yuvarlak ya da mekik şeklinde, ucu açık veya kapalı formda gözlemlendi.



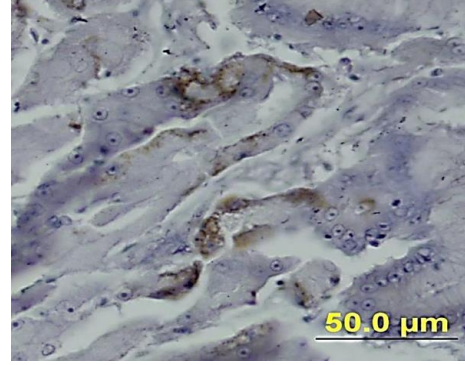
Şekil 2. Pilorik midede gastrin IR hücreler.



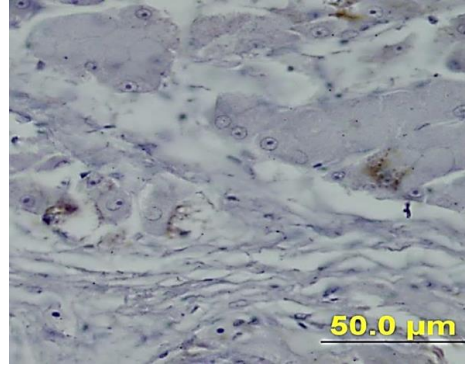
Şekil 3. İnce bağırsakta gastrin IR hücreler.

Glukagon immunoreaktif hücreler en yoğun olarak midenin fundus bölgesinde, bu bölgeye kıyasla daha az yoğunlukta pilorus bölgesinde belirlendi. Ancak midenin kardia bölümünde

herhangi bir immunoreaktivite tespit edilemedi. (Şekil 4, 5).

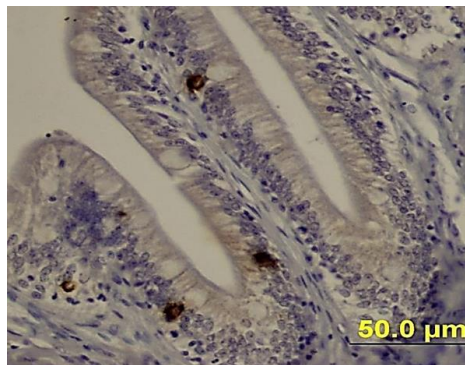


Şekil 4. Fundik midede glukagon IR hücreler.



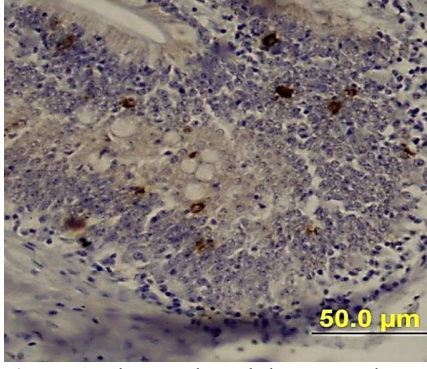
Şekil 5. Pilorik midede glukagon IR hücreler.

İnce bağırsak ve orta bağırsak bölümlerinde çok yoğun olarak gözlemlenirken, kalın bağırsakta çok az yoğunlukta gözlemlendi (Şekil 6, 7, 8).



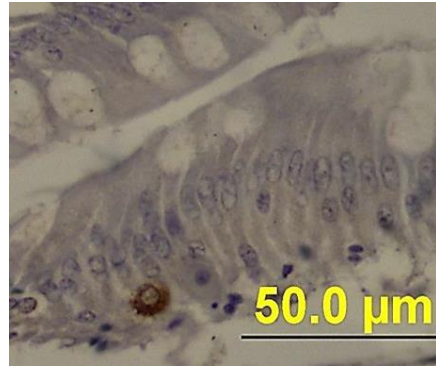
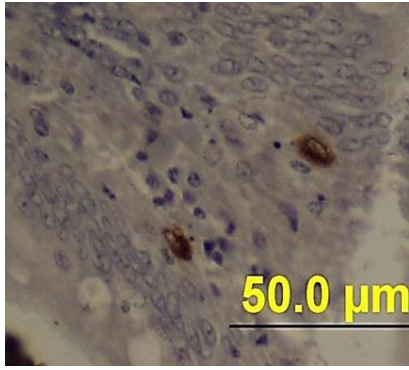
Şekil 6. İnce bağırsakta glukagon IR hücreler.

Glukagon IR hücrelerin midede genellikle gastrik bezlerin bulunduğu bölümde, bağırsaklarda ise kıvrımlarının üst yarısında lokalize olduğu belirlendi.

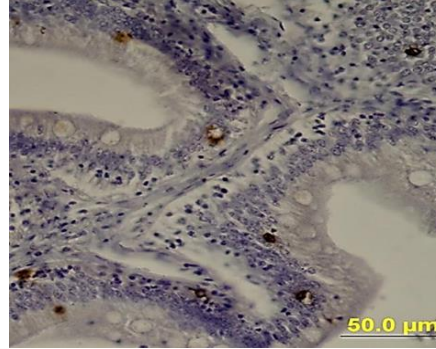
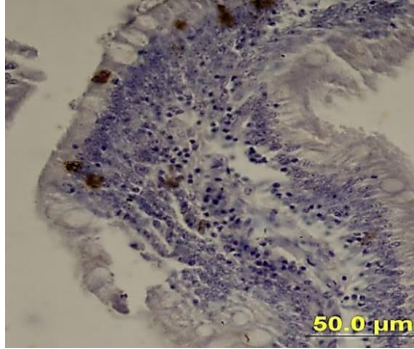


Şekil 7. Orta bağırsakta glukagon IR hücreler

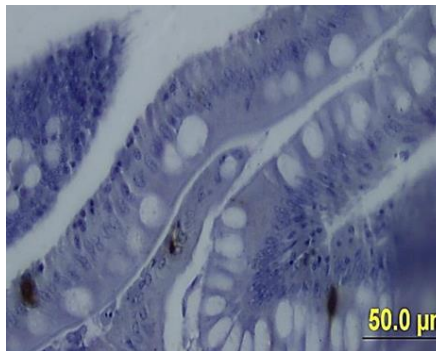
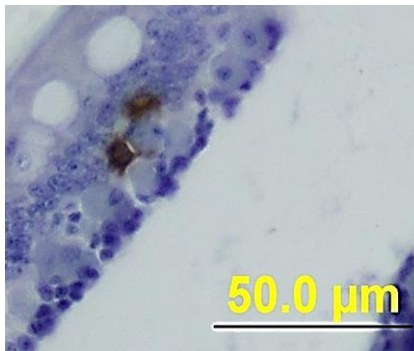
Hücrelerin morfolojik olarak; genelde mekik şekilli ya da ovale yakın iğ görünümlü olduğu, kapalı ya da nadiren açık formda görüldüğü tespit edildi. Kolesistokinin (CCK-8) immunoreaktif hücreler midenin kardial, fundus ve pilorus bölgelerinde görülmezken, ince ve orta bağırsakta çok yoğun miktarlarda (Şekil 9), kalın bağırsakta ise tek tük olarak gözlemlendi (Şekil 10). Bu IR hücreler en yoğun olarak ince bağırsakta belirlendi. Hücrelerin daha çok villus epitel hücreleri arasında lokalize olduğu, morfolojik olarak da genellikle yuvarlak ya da ovale yakın şekillerde ve kapalı formda olduğu tespit edildi.



Şekil 8. Kalın bağırsakta glukagon IR hücreler



Şekil 9. İnce ve orta bağırsakta CCK IR hücreler



Şekil 10. Kalın bağırsakta CCK IR hücreler

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma; Avrupa yayın balığı (*S. glanis L.*)'nın sindirim kanalında gastrin, glukagon ve kolesistokinin (CCK-8) nöroendokrin hücrelerin varlığını türe özgün olarak göstermiştir.

Gastrin salgılayan nöroendokrin hücrelerin lokalizasyonu türler arasında farklılıklar göstermektedir. Bu hücreler *Channa argus* ve *Pelteobagrus fulvidraco* gibi bazı teleost türlerinin sadece midesinde gözlenirken [2], *Paralichthys olivaceus*'un bütün bağırsak bölümlerinde tespit edilmiştir [10]. *Rhamdia quelen* türünde ise bu endokrin hücrelere midede rastlanmazken, bağırsakların bütün bölümlerinde rastlanmıştır [16]. *Chanos chanos*'da bu immunoreaktivitenin sadece ön ve orta bağırsakta, özellikle de ilk bölümde oldukça belirgin olduğu [18]; *Salmo trutta* ve *Salminus brasiliensis*'de fundik ve pylorik midede yoğun olarak, bağırsakların başlangıç kısmında ise çok az miktarda rastlandığı bildirilmiştir [11, 17]. Mevcut çalışmada ise, *S. glanis*'in gastrin immunoreaktif hücrelerinin yerleşimi *Salmo trutta* ile benzer şekilde; midenin fundus kısmında az, pilorusda daha yoğun olarak, bağırsakların başlangıç kısmında ise çok az sayıda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *S. glanis*'deki bu hücrelerin, morfolojik olarak farklı formlarda görülmesi, bazı balık türlerindeki hücre formlarına benzerliğini göstermektedir [17, 18]. Balıklarda da memelilerdeki gibi gastrin hormonunun spesifik hedefi, pepsinojen ve HCl salgılayan ekzokrin fundik hücrelerdir [23]. Bu bilgiler değerlendirildiğinde; gastrin immunoreaktif hücrelerin dağılımı, bu hormonun gıda sindiriminde etkin bir rol oynadığını bunu da öncelikli olarak gastrin asit sekresyonunu düzenleyerek yaptığını öngörmektedir.

Sindirim kanalında glukagon varlığı, balık türlerinde değişen yoğunlukta ve farklı lokalizasyonlarda gösterilmiştir [8, 9, 11-14]. Glukagonun, midesiz teleost türlerin genelinde sindirim kanalının özellikle başlangıç kısmında daha yoğun olarak yerleştiği ve epitelde sitoplazmik uzantıları ile değişen morfoloji sergileyen immunoreaktif hücreler şeklinde olduğu Pan vd. tarafından belirtilmiştir [8]. Bosi vd. tarafından yapılan bir çalışmada *Salmo trutta*'da glukagon benzeri endokrin hücrelerin pilorik seka ve tüm bağırsak bölümlerinde, özellikle ön bağırsakta yoğun bir şekilde olduğu

[11], Lee vd. tarafından yapılan başka bir çalışmada ise *Coreoperca herzi*'de sadece ince bağırsakta sınırlı sayıda olduğu tespit edilmiştir [12]. Çınar vd. [9] *Stizostedion lucioperca*'da bu hücrelerin, fundus bezlerinde yüzey epiteline göre daha yoğun, pilorik seka ve ilk bağırsakta ise daha düşük oranda ve daha çok kript epitelinde değişik şekillerde lokalize olduğunu, mide ve bağırsağın diğer bölümlerinde ise immunoreaktivitenin olmadığını bildirmiştir. Min vd.'nin [13] *Ictalurus punctatus*'da yaptıkları çalışmanın sonuçlarına benzer bir şekilde, *S. glanis*'de yapılan bu çalışmada glukagon immureaktivitesinin midenin fundusu ile ön ve orta bağırsaklarında, özellikle intestinal mukozanın epitelinde geniş sitoplazmalı, mekik ya da iğ şekilli olarak farklı morfolojik görünümde tespit edildi. *Garra rufa*'da yapılan araştırmada ise, özefagus sonrası genişlemiş mide benzeri kısımda ve tüm bağırsak bölümlerinde, özellikle ilk bağırsakta oldukça yoğun ve epitele yerleşmiş immunoreaktif endokrin hücreler gösterilmiştir [14]. Bu hücrelerin bazale kadar uzanan sitoplazmik uzantıları ve geniş sitoplazmalı şekilleri, parakrin ve nöroendokrin fonksiyon yaptıklarını düşündüren morfolojik bir görünümdür. Buna ilaveten mide ve ilk bağırsak bölümüne yoğun yerleşimleri, bu hormonun asit sekresyonunu regüle ettiğini göstermektedir.

Balıklarda CCK hormonu, merkezi ve periferik sinir sistemi ile sindirim sistemi endokrin hücrelerinde gen ekspresyonu ile ifade edilmiştir [24]. İmmunohistokimyasal olarak yapılan çalışmalar, pek çok balık türünde sindirim sistemi boyunca CCK immunoreaktif hücrelerini göstermişlerdir [11, 12, 15, 16, 18].

CCK-8 endokrin hücreler; *Salmo trutta*'da pilorik seka ve ön bağırsakta [11], karnivor türü olan *Epinephelus fasciatus*'da pilorik mide ve yine ön bağırsakta [25], *Salmo trutta macrostigma*'da ise mide ve daha yoğun olarak pilorik sekada tespit edilmiştir [26]. Başka bir ifadeyle *Stizostedion lucioperca*, ve *Salminus brasiliensis* türlerinde bu endokrin hücrelere mide ve bağırsağın bütün bölümlerinde değişen yoğunlukta rastlanmıştır [17, 27]. *S. glanis*'in sindirim sisteminde yaptığımız immunohistokimyasal boyamalar sonucunda ise sadece ince ve orta bağırsakta bu hücreler çok yoğun olarak tespit edilmiştir. Midenin herhangi bir bölümünde ve kalın bağırsakta ise CCK-8

immunoreaktivitesine rastlanılmamıştır. Bizim sonuçlarımız *Coreoperca herzi*, *Dicentrarchus labrax*, *Odontesthes bonariensis*, *Rhamdia quelen* ve *Chanos chanos* türü balıklarda yapılan çalışmaların bulgularına, immnoreaktivitenin sadece bağırsak bölümlerinde yoğunlaşmış olması yönüyle benzerlik göstermiştir. Ayrıca hücrelerin morfolojik görünümü ve daha çok villuslara yerleşimi ile de bahsedilen literatürlere paraleldir [12, 15, 16, 18, 28]. Balık türleri arasında CCK immunoreaktif hücrelerin türe spesifik yerleşim sergilemesini beslenme alışkanlığı ile ilişkilendirmek mümkündür. Çünkü CCK sindirim enzimlerinin sentezi ve salgılanması ile direk ilişkilidir. Ayrıca CCK'nın biyolojik rolü düşünüldüğünde; *S. glanis*'deki dağılımı safra kesesi kontraksiyonu, pankreatik enzim sekresyonu, gastrointestinal motilitenin stimülasyonu ve gastrik boşalmanın inhibisyonunda ön bağırsağın önemli bir rol oynadığını gösterebilir [29].

Sonuç olarak; *S. glanis*'in sindirim sistemine ait endokrin hücreler gastrin, glukagon ve kolesistokinin (CCK-8) immunoreaktivitesi yönünden incelendi. Bu nöropeptidlerin sistemin farklı bölümlerinde değişen yoğunluk ve lokalizasyonda olduğu tespit edildi. Özellikle midenin son bölümleri ve bağırsakların başlangıç kısmına yerleşmiş olmaları bu nöropeptidlerin gıda girişinin kontrolünde etkin olabileceğini düşündürmektedir.

7. Kaynaklar

1. Linhart O, Setch L, Svarc J, Rodina M, Audebert JP, Grecu J, Billard R (2002). The culture of the European catfish, *Silurus glanis*, in the Czech Republic and in France. *Aquatic Living Resources*, **15**: 139–144.
2. Pan QS, Fang ZP, Huang FJ (2000a). Identification, localization and morphology of APUD cells in gastroenteropancreatic system of stomach-containing teleosts. *World Journal of Gastroenterology*, **6(6)**:842-847.
3. Groff KE, John HY (1997). An immunohistochemical study of the endocrine cells within the pancreas, intestine, and stomach of the gar (*Lepisosteus osseus* L.). *General and Comparative Endocrinology*, **106**: 1–6.
4. Solcia E, Capella C, Buffa R (1987). Endocrine cells of the digestive system. In: Johnson LR, ed. *Physiology of the gastrointestinal tract*. New York. Raven Press. 111p.
5. Sherwood NM, Kruecke SL, Mcrory JE (2000). The origin and function of the pituitary adenylate cyclase-activating polypeptide (PACAP)/glucagon superfamily. *Endocrine Reviews*, **21**: 619–670.
6. Wren AM, Small CJ, Abbott CR, Dhillo WS, Seal LJ, Cohen MA, Batterham RL, Taheri S, Stanley SA, Ghatei MA, Bloom SR (2001). Ghrelin causes hyperphagia and obesity in rats. *Diabetes*, **50**: 2540–2547.
7. Peyon P, Lin XW, Himick BA, Peter RE (1998). Molecular cloning and expression of cDNA encoding brain preprocholecystokin in goldfish. *Peptides*, **19**:199–210.
8. Pan QS, Fang ZP, Zhao YX (2000b). Immunocytochemical identification and localization of APUD cells in the gut of seven stomachless teleost fishes. *World Journal of Gastroenterology*, **6**: 96-101.
9. Çınar K, Diler A (2002). Immunohistochemical localization of glucagon, substance-P, and vasoactive intestinal peptide in gastrointestinal tract mucosa of zander. *Journal of Fish Biology*, **60**: 319–327.
10. Kurokawa T, Suzuki T, Hashimoto H (2003). Identification of gastrin and multiple cholecystokin genes in teleost. *Peptides*, **24**: 227–235.
11. Bosi G, Giancamillo AD, Arrighi S, Domeneghini C (2004a). An immunohistochemical study on the neuroendocrine system in the alimentary canal of the Brown trout, *Salmo trutta*, L., 1758.. *General and Comparative Endocrinology*, **138**: 166–181.
12. Lee JH, Ku SK, Park KD, Lee HS (2004). Immunohistochemical study of the gastrointestinal endocrine cells in the Korean aucha perch. *Journal of Fish Biology*, **65(1)**: 170–181.
13. Min HE, Wang K, Zhang Y (2009). Immunocytochemical Identification and Localization of Diffuse Neuroendocrine System (DNES) Cells in Gastrointestinal Tract of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). *Agricultural Sciences in China*, **8(2)**: 238-243.
14. Kuru N, Çınar K, Şenol N, Demirbağ E, Diler D (2010). Endocrine Cells in the Gastrointestinal Tract of *Garra rufa*. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **16 (Suppl-B)**: 235–241.
15. Vigliano FA, Munoz L, Hernandez D, Cerutti P, Bermudez R, Quiroga MI (2011). An immunohistochemical study of the gut neuroendocrine system in juvenile pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes). *Journal of Fish Biology*, **78**: 901–911.

16. Hernandez DR, Vigliano FA, Sanchez S, Bermudez R, Domitrovic HA, Quiroga MI (2012). Neuroendocrine system of the digestive tract in *Rhamdia quelen juveniles*: an immunohistochemical study. *Tissue and Cell*, **44**: 220–226.
17. Pereira RT, Costa LS, Oliveira IRC, Araujo JC, Aerts M, Vigliano PV (2015). Relative distribution of gastrin-, CCK-8-, NPY- and CGRP-immunoreactive cells in the digestive tract of dorado (*Salminus brasiliensis*) *Tissue and Cell*, **47**: 123–131.
18. Lin X, Wang P, Ou Y, Li J, Wen J (2017). An immunohistochemical study on endocrine cells in the neuroendocrine system of the digestive tract of milkfish *Chanos chanos* (Forsskal, 1775). *Aquaculture Research*, **48**: 1439–1449.
19. Ku SK, Lee JH, Lee HS (2004). Immunohistochemical study on the endocrine cells in the gut of the stomachless teleost, *Zacco platypus* (cyprinidae). *Anatomia Histologia Embryologia*, **33**: 212–219.
20. Bosi G, Shinn AP, Giari L, Simoni F, Dezfuli BS (2005). Changes in the neuromodulators of the diffuse endocrine system of the alimentary canal of farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), naturally infected with *Eubothrium crassum* (Cestoda). *Journal of Fish Diseases*, **28**: 703–711.
21. Stenberger LA, (1986), Immunocytochemistry. 3rd ed. Wiley, New York.
22. Shu S, Ju G, Fan L (1988). The glucose oxidase-DAB-nickel method in peroxidase histochemistry of the nervous system. *Neuroscience Letters*, **85**: 169–171.
23. Bjenning C, Holmgren S, (1988). Neuropeptides in the fish gut. An immunohistochemical study of evolutionary patterns. *Histochemistry*, **88**: 155–163.
24. Ping HC, Feng K, Zhang GR, Wei KJ, Zou GW, Wang WM (2014). Ontogeny expression of ghrelin, neuropeptide Y and cholecystokinin in blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **98**: 338–346.
25. Hur SW, Lee CH, Lee SH, Kim BH, Kim HB, Baek HJ, Lee YD (2013). Characterization of cholecystokinin-producing cells and mucus-secreting goblet cells in the blacktip grouper, *Epinephelus fasciatus*. *Tissue and Cell* **45**: 153–157.
26. Gençer TB, Bayrakdar A. Yaman M (2012). Immunohistochemical study of the endocrine cells in the stomach and pyloric caeca of the mountain trout, *Salmo trutta macrostigma*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* **11(4)**: 776–785.
27. Şenol N, Çınar K, Eren Ü (2009). Sudak (*Stizostedion Lucioperca L.*, 1758) Balığında Mide ve Bağırsakta Bazı Peptidlerin Lokalizasyonu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* (e-dergi), **4(2)**: 136-150.
28. Diler D, Çınar K, Zorlu S (2011). An Immunohistochemical Study on the Endocrine Cells in the Stomach and Intestine Regions of the *Dicentrarchus labrax*, L., 1758. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, **25 (1)**: 01 – 06.
29. Jensen J (2001). Regulatory peptides and control of food intake in non-mammalian vertebrates. *Comparative Biochemistry and Physiology*, **128**: 471–479.

Homojen Olmayan Varyans Varsayımı Altında Ortalamaların Eşitliği için Brown-Forsythe ve Welch İstatistiklerinin Mısır Verimi Örneğine Uygulanması

Mehmet Reşit TAYSI¹, Şenol ÇELİK²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü

²Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

mrtaysi@yahoo.com

(Geliş/Received: 27.04.2017; Kabul/Accepted: 22.02.2018)

Özet

Bu çalışmada varyanslar homojen olmadığı durumlarda F testinin kullanılmasının uygun olmamasından dolayı Brown-Forsythe ve Welch testlerinin mısırın tane, hasıl ve silajlık kullanımına uygulanması amaçlanmıştır. Türkiye'de mısır kullanım alanlarının göre verim farklılığının analizi için F testi düşünülmüştür. Ancak bu testi yapmak için gerekli varsayımlar sağlanmadığı için Brown-Forsythe ve Welch test istatistikleri uygulanmıştır. Uygulama sonucunda, mısır çeşitleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0,01$) çıkmıştır. Tamhane çoklu karşılaştırma testine göre dane, hasıl ve silajlık mısır kullanımının tümü arasında verim farklılıkları önemli bulunmuştur. Varyansların homojen olmadığı durumda F testi yerine Brown-Forsythe ve Welch testlerinin alternatif yöntemler olarak kullanılabilmesi ve tarımda uygulamalarının faydalı sonuçlar vereceği tahmin edilmektedir. Sonuç olarak varyanslar homojen olmadığı ve diğer varsayımlar sağlanmadığında Brown-Forsythe ve Welch testleri F testi yerine kullanılan alternatif yöntemlerdir. Çoklu karşılaştırma testlerinde de varsayımlar sağlanmadığında Tamhane T2, Dunnett T3, Games-Howell ve Dunnett C testlerinin kullanılması daha uygun görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Brown-Forsythe testi, Welch testi, mısırdaki verim.

Application of Brown-Forsythe and Welch Statistics to The Case of Corn Yield Under The Assumption of Non-Homogeneous Variance for Average Equity

Abstract

In this study, it was aimed that Brown-Forsythe and Welch tests were applied to grain, seed and silage areas of corn because the use of F test was not suitable when the variances were not homogeneous. In Turkey, the F test was considered for the yield differentiability test according to corn areas. However, no assumptions were made to make this test. Thus, Brown-Forsythe and Welch, test statistics were applied. As a result of the application, the difference between corn varieties was statistically significant ($p < 0,01$). According to the Tamhane multiple comparison test, yield differences between all of the grain, sorghum and silage maize varieties were found significant. It is estimated that the Brown-Forsythe and Welch tests can be used as alternative methods instead of the F test and the applications in agriculture will yield beneficial results when the variances are not homogeneous. As a result, Brown-Forsythe and Welch tests are alternative methods instead of F test when the variances are not homogenous and other assumptions are not provided. The use of the Tamhane T2, Dunnett T3, Games-Howell, and Dunnett C tests was considered more appropriate when no assumptions were made in multiple comparison tests.

Keywords: Brown-Forsythe test, Welch test, corn yield.

1. Giriş

Mısır, gelişmekte olan ülkelerde buğday ve pirinçle birlikte en önemli temel gıdalardan biridir. Özellikle Sahraaltı Afrika ve Latin

Amerika'da nüfusun neredeyse yarısının tüketmekte olduğu mısır, dünya çapında da yaklaşık 900 milyon insanın tercih ettiği bir gıda maddesidir. Mısır ayrıca tüm dünyada hayvan yemi olarak da en çok tercih edilen tahıl

ürünlerinden biridir. Hayvancılığın en önemli girdilerinden birisi yem olup, temel girdilerin % 70-75'ini oluşturmaktadır. Hayvancılığı gelişmiş ülkelerde yaşama payının yanında, verim payının da önemli bir kısmını kaliteli kaba yemlerle karşılanmaktadır. Mısır tüm ruminant hayvanlar için mükemmel bir sulu yem kaynağıdır, sahip olduğu yüksek enerji değeri nedeniyle silaj bitkileri arasında ilk sırayı almaktadır. Mısır, tane olarak hayvan beslenmesinde önemli olduğu kadar silaj olarak da büyük öneme sahip olup, süt ve et veriminin artırılması bakımından önemli bir kaynaktır. Son yıllarda, ülkemizde mısırın silaj veya hasıl amaçlı üretimi de artmaktadır. Dünyada tahıllar içerisinde mısır, ekim alanı açısından buğdaydan sonra ikinci, üretim açısından ise birinci sırada yer almaktadır [1, 2]. Uluslararası Tahıl Konseyi(IGC)'nin 2016 yılında hazırladığı raporuna göre dünya mısır üretimi, 2014/15 sezonunda 1,013 milyon tona ulaşmıştır. Verimlilik açısından bakıldığında Yeni Zelanda 12 ton/ha ile dünya mısır verimliliğinde ilk sırada yer almaktadır. Yeni Zelanda'nın ardından 11 ton/ha ile ABD gelmektedir. Türkiye ise 8 ton/ha ile altıncı sıradadır. Türkiye'nin mısır üretimi 201 yılında da yine 5,9 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir. Türkiye'deki mısır üretiminin yüzde 33'ü Marmara Bölgesi'nde, yüzde 31'i Ege Bölgesi'nde, yüzde 13'ü Karadeniz ve yüzde 10'u da iç Anadolu Bölgesi'nde yapılmaktadır. Türkiye'de son on yılda mısır üretimine paralel olarak verimde de düzenli bir artış görülmektedir. 2001 yılında dekar başına 400 kilogram olan verim, 2006 yılında 711 kilograma, 2012 yılında ise 739 kilograma yükselmiştir. 2013 yılında 894 kilogram/dekar olan mısır verimliliği, 2014 yılında da artışını sürdürmüş ve 903 kilogram/dekara ulaşmıştır. Bu verimlilik oranları ile Türkiye, dünya ortalamasının üzerindedir [3].

Mısırdaki verim üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. 6 bitki sıklığının 2 mısır çeşidinde verim ve bazı tarımsal karakterler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada [4], en yüksek hasıl verimi (5860,2 kg/da) ve kuru madde verimi (1617,2 kg/da) 12500 bitki/da sıklığından elde edilmiş, ham protein verimi yönünden bitki sıklıkları arasındaki farklar önemli bulunmamıştır. Şeker mısırı çeşitlerinde değişik ekim zamanlarının

taze koçan verimi ve bazı tarımsal karakterler üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmış bir çalışmada [5], ekim zamanları arası farklılıklar bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, bitkide koçan sayısı ve taze koçan veriminde istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Mısır bitkisine ilişkin farklı su uygulama düzeylerinin verim üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada [6],vejetatif gelişme ve tepe püsküllü dönemlerinde yapılan sulamaların verim artışında olumlu bir etki yaptığı, koçan çıkarma ve süt olum dönemlerinde kısıntılı sulama yapmanın verimi etkilemediği, tek başına herhangi bir dönemde sulama yapmanın verimi olumsuz etkileyeceği sonuçlarına varmışlardır.Farklı ekim yoğunluğunun dekara besin madde verimi üzerine etkilerinin saptanması amacı ile yürütülen bir çalışmada [7], ekim yoğunluğunun kuru ot verimi, ham protein verimi, sindirilebilir organik madde verimi ve metabolik enerji verimini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır. Yetiştirme zamanı ve yetiştirme tekniklerinin tatlı mısırdaki koçanın bazı agronomik özellikleri ve verim üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada[8], yetiştirme zamanı ve yetiştirme tekniklerinin mısır çeşitlerinin bazı agronomik özellikleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Yetiştirme tekniğinin ise kavuzlu ve kavuzsuz koçan ağırlığı, koçan çapı, verim, etüvde kuru madde ve kroma değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

Klasik varyans analizinde H_0 hipotezini test etmek için n_i hacimli bağımsız ve rasgele seçilmiş örneklemelerin her biri normal dağılımdan gelen ve örneklemelerin geldikleri kitlelerin varyansları homojendir varsayımları geçerlidir.

Homojen varyans varsayımı sağlanmadığında yokluk hipotezinin reddini sağlayan önemli kanıtlar olsa bile bazen klasik varyans analizi büyük hacimli örneklerde bile yokluk hipotezini reddedemeyebilir. Birçok alanda, büyük hacimli örneklerin elde edilemeyeceği düşünülürse bu durum önemli bir sıkıntı doğurabilir. Böylece küçük hacimli örneklerle çalışma zorunluluğu ortaya çıkar. Böyle durumlarda klasik varyans analizi oldukça kötü sonuçlar vermesinden dolayı alternatif testler geliştirilmiştir. Bu testlerden ilki Behrens-Fisher problemi için önerilen Welch (1947)'in

geliştirdiği testtir. Welch (1951), bu testi k kitlenin ortalamasının eşitliğine ait hipotezin testi için genelleştirmiştir. İkincisi ise Brown-Forsythe (1974) tarafından klasik F testinin bir uyarlaması olan Brown-Forsythe testi önerilmiştir.

Bu çalışmanın amacı varyansların homojenlik varsayımı sağlanmadığında klasik F testinin kullanılmasının uygun olmamasından dolayı Brown-Forsythe ve Welch testlerinin mısırın tane, hasıl ve silajlık çeşitlerine uygulanarak sonuçların gösterilmesidir.

2. Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılmak üzere, 2004-2015 yılları arasında mısırın dane, hasıl ve silajlık çeşitlerine ait dekar başına kg olan verim değerleri Türkiye İstatistik Kurumunun internet adresinden derlenmiştir.

2.1. Welch testi

Yığın varyansları homojen olmadığında k adet kitlenin ortalamasının eşitliği hipotezini test etmek için Welch (1951), Behren-Fisher probleminin çözümü için geliştirdiği testin genelleştirilmiş biçimini önermiştir. Bu test pratik olması bakımından uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Welch (1951) test istatistiği;

$$W = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \left[(\bar{X}_i - \bar{X})^2 / (k-1) \right]}{1 + \frac{2(k-2)}{k^2-1} \sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i-1} \left(1 - \frac{w_i}{\sum w_j} \right)^2}$$

şeklinde tanımlanır.

2.2. Brown-Forsythe testi

Brown ve Forsythe (1974) tarafından önerilen Brown-Forsythe testi klasik F testinin uyarlanmış bir biçimidir. Test istatistiği;

$$B = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{X}_i - \bar{X})}{\sum_{i=1}^k \left(1 - \frac{n_i}{n} \right) S_i^2}$$

olarak verilmiştir.

Gruplar arasındaki farkın önemli olması halinde farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için Tamhane çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Tamhane testi, k grup ortalamasını ikili olarak farklı varyans yaklaşımı ile eşzamanlı karşılaştırmak için başvurulan bir testtir.

Tamhane T2 tarafından önerilen Tamhane T2 testi, Sidak'ın (1967) çarpımsal eşitsizliğini Welch yaklaşık çözümüyle birlikte kullanmaktadır. Tamhane T2 testi herhangi bir doğrusal karşılaştırmaya uygulanabilir. Bu yöntem, student t-dağılımına dayanmaktadır ve alfa seviyesini ayarlamak için Sidak testini ve serbestlik derecelerini belirlemek için Welchprosedürünü kullanır [9].

$$\text{Tamhane T2} = t_{\alpha; v_{i-j}} * SH_{i-j}$$

$t_{\alpha; v_{i-j}}$ v_{i-j} serbestlik derecesine sahip student t dağılımının iki yönlü α noktasıdır.

$$\alpha' = 1 - (1 - \alpha)^{1/c}$$

c: Karşılaştırma sayısı

$$v_{i-j} = \frac{\left[\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j} \right]^2}{\left(\frac{S_i^2}{n_i} \right)^2 + \left(\frac{S_j^2}{n_j} \right)^2}$$

$$SH_{i-j} = \sqrt{\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j}}$$

3. Bulgular ve Tartışma

Mısır kullanım alanına dekar başına verime ilişkin tanıtıcı istatistikler Tablo 1'de verilmiştir

Tablo 1. Kullanım alanına göre mısır verimine ait tanıtıcı istatistikler

Kullanım alanı	\bar{X}	$S_{\bar{X}}$
Dane	751	31,39
Hasıl	2064,75	63,27
Silajlık	4416,75	71,02

Tablo 1'de görüldüğü gibi, dekar başına dane, hasıl ve silajlık mısır ortalama verimleri sırasıyla 751, 2064,75 ve 441,75 kg'dır. En yüksek verim silajlık mısırdadır, en düşük verim ise dane mısırdadır görülmüştür.

Türkiye'de mısır kullanım alanına göre verim farklılığı için F testi denenmek istenmiştir. F testi varsayımlardan biri olan varyansların homojenliği testi yapılmıştır ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Varyansların homojenliği testi (Levene)

İstatistik	Serbestlik Derecesi	p
5,972	2	,006

Tablo 2'ye göre grup varyansların homojen olmadığı görülmüştür. Bu durumda klasik F testi yapılamayacağından Welch veya Brown-Forsythe testlerinin yapılması gerekli olmuştur.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda mısırdaki verim bakımından mısır kullanım alanları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p < 0.01$) (Tablo 3).

Tablo 3. Mısır verimine ait Brown-Forsythe ve Welch analizi sonuçları

	İstatistik	Serbestlik Derecesi	p
Welch	1127,932	2	0,001
Brown-Forsythe	1031,342	2	0,001

Mısırın hangi kullanım şekilleri arasındaki farkın önemli olduğunun tespiti için ise varyansların homojen olmadığı durumlarda başvurulan Tamhane, Dunnett T3, Games-Howell ve Dunnett C çoklu karşılaştırma testlerinden Tamhane testi uygulanmıştır. Mısırın üç çeşidi de kendi aralarında birbirinden önemli derecede farklılık arz ettiği tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Çoklu karşılaştırma sonuçları (Tamhane testi)

	Kullanım alanı Çeşit	Ortalamaların Farkı	$S_{\bar{x}}$	p
Tamhane	Dane Hasıl	-1313,750*	70,631	0,001
	Silajlık	-3665,750*	77,653	0,001
	Hasıl Silajlık	-2352,000*	95,119	0,001

Tek melez mısırların verim ve bazı verim öğelerinin adaptasyonu ve stabilite özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada [10], incelenen özellikler bakımından çeşit adayları arasında çalışma sonucumuza paralel olarak istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Farklı tohum iriliği ve şekillerinin silajlık hibrit mısırdaki verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada [11], tohum irilik ve şeklinin denemede incelenen tüm özelliklerde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Değişik azot dozu uygulamalarının iki cins mısırdaki çeşidinde tane verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisinin incelendiği bir çalışmada [12], azot dozları arasında, koçanda tane sayısı, koçanda tane ağırlığı ve koçanda tane oranı bakımından istatistiksel olarak önemli fark saptanmazken, tane verimi ile bitki boyunda azot dozlarının etkisi önemli bulunmuştur. Tatlı mısırdaki su stresinin bitki su tüketimine, fizyolojik ve morfolojik parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada [13], su stresine bağlı olarak bitki su tüketimi, klorofilmetre değeri, yaprak su içeriği, taze koçan verimi, yaprak alan indeksi ve kuru biyokütle miktarı istatistiksel olarak önemli düzeyde değiştiği rapor edilmiştir. Aydın koşullarında yetiştirilen birinci ve ikinci ürün mısır arasındaki farklılıkların belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada [14], her iki çeşidin birinci ürünündeki bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, tane verimi, koçanda tane sayısı ve tanede yağ oranı değerlerinin ikinci üründen yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ana ve ikinci ürün olarak yetiştirilecek bazı tatlı mısır çeşitlerinde koçanın agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi için yürütülen bir çalışmada [15], her iki yetiştirme döneminde koçanın agronomik ve teknolojik özellikleri bakımından çeşitler arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir.

4. Sonuç

Yapılan bu çalışma neticesinde mısır verimine çeşitlerin istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğu görülmüştür. Mısır kullanım alanları kendi aralarında da hem dane hem hasıl hem de silajlık olarak verim bakımından birbirinden farklı oldukları tespit edilmiştir.

Ayrıca varyansların homojen olmadığı durumda F testi yerine Brown-Forsythe ve Welch testlerinin alternatif yöntemler olarak kullanılabilmesi ve tarımda uygulamalarının faydalı sonuçlar vereceği tahmin edilmektedir. Böylece daha doğru yöntemin kullanılmasıyla daha doğru sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır.

5. Kaynaklar

1. Harmanşah F., Kaman Ö.T. (1987). Silaj mısırın önemi, memleketimizin muhtelif ekolojilerinde yetiştirilme imkanları, silaj yapımı ve değerlendirilmesi. Türkiye’de Mısır Üretimini Geliştirilmesi, Problemleri ve Çözüm Yolları Sempozyumu. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, 23-26 Mart 1987, Ankara, 61-69.
2. Sade, B. (2003). Mısırın Tüketimi. *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, **16**: 38-47.
3. Anonim(2016). http://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/m%C4%B1s%C4%B1r.pdf
4. Öztürk A., Bulut S. ve Boran E. (2008). Bitki Sıklığının Silajlık Mısırdaki Verim ve Bazı Agronomik Karakterlere Etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* **39 (2)**, 217-224.
5. Turgut İ. ve Balcı A. (2002). Bursa Koşullarında Değişik Ekim Zamanlarının Şeker Mısır (ZeamayssaccharataSturt.) Çeşitlerinin Taze Koçan Verimi İle Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, **16(2)**: 79-91.
6. Okay D. ve Yazgan S. (2016). Farklı Su Uygulama Düzeylerinin Mısır Bitkisi Verimi Üzerine Etkisi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **Cilt 30, Sayı 1**, 1-12.
7. Canbolat Ö., Karasu A., Bayram G., Filya İ., Kamalak A. (2016). Farklı Ekim Yoğunluğunun Koçansız Şeker Mısır Silajlarının Besleme Değeri,

Silaj Kalite Özellikleri ve Besin Madde Verimi Üzerine Etkisi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **Cilt 30, Sayı 1**, 101-112.

8. Eşiyok D., Bozokalfa M. K. (2005). Ekim ve Dikim Zamanlarının Tatlı Mısırdaki (*Zeamays L .var. saccharata*) Verim ve Koçanın Bazı Agronomik Karakterleri Üzerine Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **42 (1)**:35-46.
9. Doğan İ., Doğan N. (2014). Çoklu Karşılaştırma Yöntemleri. Detay Yayıncılık, Ankara.
10. Öz A., Kapan, H. (2003). Samsun Koşullarında Geliştirilen Çeşit Adayı Mısırların Verim Ögelerinin Belirlenmesi ve Stabilitate Analizi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, **9 (4)** 454-459.
11. Kırbas, A. (2009). Farklı Tohum İriliği Ve Şekillerinin Silajlık Hibrit Mısırdaki Verim Ve Bazı Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
12. Özkan, A., Ülger A. C. (2011). Çukurova Ekolojik Koşullarında Değişik Azot Dozu Uygulamalarının İki Cin Mısır (ZeamaysL. evertaSturt.)Çeşidinde Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklere Etkisi. *YYÜ Tar. Bil. Derg.* **21(3)**:198-208.
13. Çamoğlu G., Genç L., Aşık Ş. (2011). Tatlı Mısırdaki (*ZeamayssaccharataSturt*) Su Stresinin Fizyolojik ve Morfolojik Parametreler Üzerine Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **48 (2)**: 141-149.
14. Koca, Y. O. (2009). Aydın bölgesinde, birinci ve ikinci ürün mısırdaki (*Zeamays*) verim, verim ögeleri, fizyolojik ve diğer bazı özellikler arasındaki farklılıklar. Doktora Tezi.
15. Tuncay A., Eşiyok D., Bozokalfa M. K. (2005). Ana Ürün ve İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Tatlı Mısır Çeşitlerinde Koçanın Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **42 (1)**:47-58.

Hazar Gölü'nün Sivrice İlçesi Yerleşim Merkezi Kıyısının Epifitik Diyatomeleri

İlhan BAŞBAY, Güneş PALA*

Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 23119 Elazığ, Türkiye
gpala@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 07.06.2017; Kabul/Accepted: 25.01.2018)

Özet

Bu çalışmada Elazığ'ın Sivrice İlçesinde bulunan Hazar Gölü'nden Nisan - Eylül 2014 tarihleri arasında üç istasyondan alınan makrofit örneklerindeki epifitik diyatomeler bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerle birlikte araştırılmıştır. Bu araştırma süresince epifitik diyatomelere ait toplam 45 takson kaydedilmiştir. Çalışma süresince *Nitzschia* (6 tür) ve *Navicula* (5 tür) hem en fazla türle temsil edilen hem de epifitik diyatome topluluğu içerisinde ortaya çıkış sıklıkları ve oluşturdukları popülasyonların büyüklüğü bakımından en önemli diyatomeler olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Epifitik diyatomeler, Hazar Gölü, Elazığ.

Epiphytic Diatoms Of Hazar Lake Sivrice City Center Shore

Abstract

In this study, the epiphytic diatoms in the macrophyte samples collected from three stations in Hazar Lake in Sivrice district, Elazığ Province from April 2014 to September 2014 were researched along with certain physical and chemical parameters. Throughout the study, 45 taxa of epiphytic diatoms were recorded in total. *Nitzschia* (6 species) and *Navicula* (5 species) were the diatoms that were represented with the highest number of species and were also the most important diatoms in terms of frequency of appearance and population sizes within the epiphytic diatom community during the study period.

Keywords: Fish, Gamet, Quality, Molecular-Cellular Properties, Measurement Techniques.

1. Giriş

Suların biyolojik verimliliklerinin belirlenmesinde de algler önemli bir yere sahiptirler. Sularımızdaki su ürünleri popülasyonlarının geliştirilip korunabilmesi için alglerin tespiti ve sulardaki önemlerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Alglerin zaman içerisinde gösterdiği değişimin bilinmesi, gerek insanlığa faydalı olabilmesi gerekse su kalitesinin korunması için büyük önem taşımaktadır. Çünkü alglerin ve diğer organizmaların sayı ve çeşitliliği çevre şartlarına bağlı olarak sürekli değişim gösterebilmektedir [1]. Sucul habitatlardaki çevresel tahribatları belirlemede en uygun biyolojik bileşenlerden biri olan diyatomeler, su kalitesinin belirlenmesinde biyomonitör olarak kullanılmaktadır.

Madensel tuzlar su içerisindeki bitkiler aracılığıyla besin zincirine sokulmuş olurlar. Nitrat ve diğer madensel tuzlar bitkilerin

gövdeleri ile emilir, bu nedenle çoğunun gelişmiş kökü yoktur. Bunun yanı sıra, sucul bitkiler birçok omurgasız hayvan için sığınak oluştururlar. Birçok omurgalı türü de sucul bitkileri, beslenme, yumurtalarını saklama amaçlı kullanır. Sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunun artmasını sağlarlar. Ayrıca makrofitler sudaki marl (çöken CaCO₃ ve MgCO₃) oluşumuna katkı sağlar [2].

Doğal göllerde yayılış gösteren epifitik, epilitik ve epipelik alglerin varlığını belirlemek ve bunlardan azami ölçüde faydalanabilmek gerekmektedir. Özellikle Türkiye'de etkin olarak faydalanılmayan ve önemli bir kaynağı oluşturan su ürünlerinden daha verimli bir şekilde yararlanmak ülke ekonomisi açısından büyük faydalar sağlayacaktır.

Ülkemizde son yıllarda iç sularımız ile ilgili çalışmaların sayısında bir artış olduğu bilinen bir gerçektir. Bu araştırmaların çoğunluğu da göl, gölet, baraj gölleri ve akarsuları kapsayacak

şekilde yönlendirilmiştir. Bu çalışmalardan bazıları su içerisindeki makrofitlerle ilgili [3-9] olmasına rağmen henüz sayıca yetersiz düzeydedir.

Bu tez çalışmasında, Hazar Gölü (Sivrice)' nün yerleşim merkezinin bulunduğu güney sahilindeki üç istasyonun epifitik diyatomeleri Nisan-Eylül 2014 tarihleri arasında araştırılarak suların biyolojik kalitesine katkı sağlanması ve diyatome kompozisyonunun ortaya konması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Elazığ ilinin Sivrice ilçesi (38°26'49.58" K, 39°20'17.62"D)' nde bulunan Hazar Gölü'nün güney sahilinde makrofitlerin bulunduğu üç farklı istasyondan örnekleme yapılmıştır. I. İstasyon, Hazar Mahallesi'nin bulunduğu yerleşim yerinin altında bulunan sahil bölgesinden, II. İstasyon, Gölbaşı Mahallesi'nin bulunduğu yerleşim yerinin altında kalan bölgeden, III. İstasyon II. İstasyondan yaklaşık 200 m ileriden seçilmiştir (Şekil 1). Araştırma süresince göl suyunda yüzey su sıcaklığı, pH ve çözülmüş oksijen parametrelerinin ölçümü portatif su kalite ölçüm cihazları ile arazide ölçülmüştür. Makrofit alma işlemine Nisan (2014) ayında başlanmış ve aylık periyotlarla 6 aylık süre tamamlanacak şekilde Eylül (2014) ayına kadar devam edilmiştir. Makrofitler en az sarsılacak şekilde sudan çıkartılarak, steril naylon poşetlere konulup laboratuvara getirilmiştir. Epifitik diyatome örnekleri makrofitlerin gövde ve yaprakları üzerinden sıyırma ve saf su ile yıkama yapmak suretiyle ayrı ayrı alınmıştır.

Çalışma süresince toplam dört makrofit toplanmıştır. Bunlardan *Ranunculus repens* ve *Potamogeton nodosus* yalnızca üç ay bulunmuştur. Sivrice Belediyesi' nin makrofitleri kazarak köklerinden çıkarıp temizlemesiyle çalışmanın son üç ayında bu makrofitlere rastlanılmamıştır. Makrofitlerin gövde ve yaprak gibi vejetatif organları üzerindeki epifitik diyatomeler yalnızca Nisan-Haziran 2014 aylarında değerlendirmeye alınabilmiştir. Bunların dışında toplanan *Typha latifolia* ve *Juncus inflexus* makrofitleri altı ay (Nisan-Eylül 2014) boyunca toplanıp değerlendirilebilmiştir. pH ve sıcaklık, taşınabilir ORION 3 STAR pH metre ile; çözülmüş oksijen ise taşınabilir YSI 55 DO dijital oksijen metre ile arazide ölçülmüştür.

Diyatomelerin teşhislerinin tam olarak yapılabilmesi ve daha uzun süreli incelenebilmeleri için epifitik örneklerden sürekli preparatlar hazırlanmıştır [10]. Araştırmanın yapıldığı göl suyunda tespit edilen diyatomelerin tür teşhisleri için başlıca Bourelly [11,12], Prescott [13], Germain [14], grimes ve Rushforth [15], Patrick ve Reimer [16,17], Krammer ve Lange-Bertalot [18-21]' dan faydalanılmıştır. Diyatomelerin tür isimleri algaebase [22]' den kontrol edilmiştir.

3. Bulgular

Araştırma süresince Hazar Gölü' nde belirlenen istasyonlarda ölçülen su sıcaklığı, pH ve çözülmüş O₂ değerleri ve ortalamaları Şekil 1, 2 ve 3' te verilmiştir.



Şekil 1. Hazar Gölü'nün istasyonlara ve aylara göre sıcaklık (°C) değişimleri.



Şekil 2. Hazar Gölü'nün çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının (mg/L) istasyonlara ve aylara göre değişimi.



Şekil 3. Hazar Gölü'nün istasyonlara ve aylara göre pH değişimi.

Araştırmanın yapıldığı Hazar Gölü'nden genel bir görünüm Şekil 4' te verilmiştir. Araştırma süresince gölde Bacillariophyta'ya ait, tümü Pennales üyesi olmak üzere toplam 45 takson tespit edilmiştir (Tablo 1). Araştırmanın yürütüldüğü Hazar Gölü'nden genel bir görünüm Şekil 4' te ve makrofitlerin genel görünümleri



Şekil 4. Araştırmanın yapıldığı Hazar Gölü'nden genel bir görünüm.

Şekil 5' te gösterilmiştir. Araştırmada kaydedilen diyatome ortaya çıkış özelliği bakımından farklı özellikler sergilemişlerdir.

Navicula cryptocephala ve *Nitzschia sigmoidea* yalnızca *Ranunculus repens*'in gövdeleri üzerinde, *Navicula lanceolata* ve *Surirella ovalis* yalnızca *Ranunculus repens*'in

yaprakları üzerinde, *Nitzschia dissipata* yalnızca *Typha latifolia*'nın yaprakları üzerinde, *Rhopalodia gibba* ve *Rhopalodia gibberula* yalnızca *Potamogeton nodosus*'un gövdeleri üzerinde kaydedilen diyatome taksonları olmuşlardır (Tablo 1).



Şekil 5. Makrofitlerden genel bir görünüm.

Cymbella affinis, *Potamogeton nodosus*'un yaprakları hariç diğer makrofitlerin tüm vejetatif organları üzerinde; *Gomphonema parvulum*, *Ranunculus repens*'in yaprakları hariç diğer makrofitlerin tüm vejetatif organları üzerinde kaydedilmişlerdir.

Bunun yanı sıra *Diatoma elongata* ve *Gomphonema angustatum* ise bütün makrofitler üzerinde kaydedilen diyatome taksonları olarak dikkat çekmişlerdir (Tablo 1).

Tablo 1. Epifitik diyatomelelerin bulunuş özellikleri.

Taksonlar/Bacillariophyta	<i>T. latifolia</i> Gövde	<i>T. latifolia</i> Yaprak	<i>J. inflexus</i>	<i>R. repens</i> Gövde	<i>R. repens</i> Yaprak	<i>P. nodosus</i> Gövde	<i>P. nodosus</i> Yaprak
<i>Achnanthydium affine</i> (Grun.) Czarnecki		+		+			
<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	+	+	+			+	+
<i>Aulacoseria granulata</i> (Ehr.) Simonsen			+				
<i>Bacillaria paxillifer</i> (O.F.Mul.) Marsson			+	+			+
<i>Caloneis leptosoma</i> (Grun.) Krammer		+	+				
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	+	+		+	+		
<i>Cymatopleura gracilis</i> Grun.	+	+					
<i>Cymatopleura solea</i>	+						
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	+	+	+	+	+	+	
<i>Cymbella cymbiformis</i> C.Agardh		+	+				
<i>Cymbella neoleptoceros</i> Krammer			+				
<i>Diatoma elongata</i> (Lynbg.) C.Agardh	+	+	+	+	+	+	+
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) Mann	+						
<i>Encyonema gracile</i> Rabenhorst	+		+				
<i>Encyonema ventricosum</i> (C.Agardh)Grun.				+	+		+
<i>Epithemia argus</i> (Ehr.) Kütz.			+				+
<i>Epithemia sores</i> Kütz.			+	+	+		+
<i>Epithemia turgida</i> (Ehr.) Kütz.							+
<i>Fragilaria acus</i> (Kütz.)Lange- Bertalot	+	+	+		+	+	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kütz.) Lange-Bertalot				+			
<i>Fragilariforma bicapitata</i> (A.Mayer) D.M.Williams & Round	+	+	+			+	
<i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	+	+	+	+		+	+
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kütz.) Rabh.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	+		+				
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz)Rabh.						+	+
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.				+			
<i>Navicula lanceolata</i> Ehr.					+		
<i>Navicula phyllepta</i> Kütz.	+	+	+	+	+	+	
<i>Navicula salinarum</i> Grun.	+						+
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot			+	+		+	+
<i>Nitzschia constricta</i> (Kütz.)Ralfs		+	+	+	+		+
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Rabenhorst		+					
<i>Nitzschia linearis</i> W. Smith			+			+	+
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Smith	+	+	+	+		+	+
<i>Nitzschia sigma</i> (Kütz.) W. Smith	+						
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch.) W. Smith				+			
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch.) Ehr.		+					+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	+						+
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) Kütz.						+	
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.)O.Müller						+	
<i>Surirella minuta</i> Brebisson	+	+	+				
<i>Surirella ovalis</i> Brebisson					+		
<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith	+	+	+			+	
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grun.)Frenguel.	+		+	+			+
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compere		+		+	+	+	

T. latifolia'nın gövdeleri üzerinde ortaya çıkış sıklığı ve nispi yoğunluk bakımından en önemli türler *Nitzschia palea*, *Navicula phyllepta*, *Cymbella affinis* ve *Amphora ovalis* olmuştur. *N. palea* çalışma süresince bütün aylarda kaydedilerek bu makrofit üzerindeki ortaya çıkış sıklığı %100 olmuştur. Aynı makrofitin yaprakları üzerinde ortaya çıkış sıklıkları en fazla olan diğer türler *Navicula phyllepta* (%83,33), *Gomphonema parvulum* (%66,66) ve *Nitzschia palea* (%50,00) olmuştur. Diğer diyatomelelerin bulunuş sıklıkları %16,66 ila %33,33 arasında değişmiştir.

Juncus inflexus'un üzerinde epifitik diyatomelelere ait toplam 24 takson belirlenmiştir. Bu makrofit üzerinde ortaya çıkış sıklığı en fazla (%66,66) olan türler *Cymbella affinis* ve *Nitzschia palea* olmuştur.

Ranunculus repens bitkisine çalışma süresince ancak üç ay rastlanabilmiştir. Sivrice Belediyesi'nin göl çevresindeki makrofitleri temizlemesinden dolayı son üç ayda bu makrofitte rastlanılmamıştır. *Ranunculus repens*'in gövdeleri üzerinde diyatomelelere ait toplam 18, yaprakları üzerinde ise toplam 12 takson kaydedilmiştir.

Potamogeton nodosus bitkisinin gövdeleri üzerinde diyatomelelere ait toplam 16, yaprakları üzerinde ise toplam 18 takson kaydedilmiştir (Tablo 1). Bu makrofitin hem gövde hem de yaprakları üzerindeki epifitik diyatome sayısı bahar ayında yaz ayına göre daha fazla olmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, Hazar Gölü'nün epifitik diyatomelelerinin belirlenmesi amacıyla üç istasyon belirlenmiş ve bu istasyonlardan Nisan 2014 ve Eylül 2014 tarihleri arasında makrofit örnekleri aylık periyotlarla alınarak incelenmiştir. Araştırma süresince çalışma alanının pH'ının Göl'ün pH'ından düşük çıkmasının nedeni, makrofitlerin toplandığı alana evsel atıkların karışmasından kaynaklanmaktadır. Cox [23], diyatomelelerin mevsimsel dağılımında ışığın önemli bir faktör olduğunu ifade etmiştir. Çalışmamız mevsimsel olmamasına rağmen, epifitik diyatomelelerin de birey sayılarında yaz aylarında önemli bir artış göze çarpmıştır. Bu araştırma süresince Bacillariophyta'ya ait toplam 45 takson

belirlenmiştir. *Typha latifolia*'nın gövdeleri üzerinde toplam 21, yaprakları üzerinde toplam 20, *Juncus inflexus* üzerinde toplam 24, *Ranunculus repens*'in gövdeleri üzerinde toplam 18, yaprakları üzerinde toplam 12, *Potamogeton nodosus*'un gövdeleri üzerinde toplam 16 ve yaprakları üzerinde ise toplam 18 diyatome taksonu kaydedilmiştir. Çalışma süresince en fazla taksonla kaydedilen diyatome cinsleri *Navicula* (5 takson) ve *Nitzschia* (6 takson) olmuştur. Bu bulgu, bu cinslere ait türlerin buldukları habitatlar içerisinde daha iyi çoğalabildiklerine dikkat çekmektedir. Elazığ ve çevresinde yüzey su kaynaklarında alglerle ilgili yapılan başka çalışmalarda [6,8,9,24,25] da *Cymbella*, *Navicula* ve *Nitzschia* cinslerinin çok fazla türle temsil edildiği ortaya konulmuştur. Özellikle *Navicula* ve *Nitzschia* türlerinin kozmopolit oldukları Cheesman [26] tarafından vurgulanmıştır.

Diyatomelelerden bazıları sadece bir makrofit üzerinde kaydedilirken bazılarında birkaç makrofit üzerinde de rastlanılmıştır. *Aulacoseria granulata* ve *Cymbella neoleptoceros* yalnızca *Juncus inflexus* üzerinde, *Encyonema elginense*, *Cymatopleura solea* ve *Nitzschia sigma* yalnızca *Typha latifolia*'nın gövdeleri üzerinde, *Epithemia turgida* yalnızca *Potamogeton nodosus*'un yaprakları üzerinde, *Fragilaria capucina* var. *vaucheria*, *Navicula cryptocephala* ve *Nitzschia sigmoidea* yalnızca *Ranunculus repens*'in gövdeleri üzerinde, *Navicula lanceolata* ve *Surirella ovalis* yalnızca *Ranunculus repens*'in yaprakları üzerinde, *Nitzschia dissipata* yalnızca *Typha latifolia*'nın yaprakları üzerinde, *Rhopalodia gibba* ve *Rhopalodia gibberula* yalnızca *Potamogeton nodosus*'un gövdeleri üzerinde kaydedilen diyatome taksonları olmuşlardır. Bazı diyatome taksonlarının sadece bir topluluk içerisinde yer almaları, bu diyatomelelerin spesifik ortaya çıkış özelliğine sahip olduklarına dikkat çekmektedir. Bu durum, alg taksonlarının çoğunluğunun araştırma süresince bir veya iki örnekte ortaya çıkarak spesifik özellik gösterdikleri için, bu alglerin ortaya çıktıklarında gösterdikleri seçici özellikler genellendiği zaman yanıltıcı sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymaktadır. Alglerin ortaya çıktıklarında sergilemiş oldukları bu spesifik özelliklerin belirlenmesinin uzun süren

araştırmalar sonucunda ortaya çıkabileceği de bilinen bir gerçektir.

Cymbella affinis, *Potamogeton nodosus*' un yaprakları hariç diğer makrofitlerin tüm vejetatif organları üzerinde; *Gomphonema parvulum*, *Ranunculus repens*' in yaprakları hariç diğer makrofitlerin tüm vejetatif organları üzerinde kaydedilmiştir.

Bunun yanı sıra *Diatoma elongata* ve *Gomphonema angustatum* ise bütün makrofitler üzerinde kaydedilen diyatome taksonları olarak dikkat çekmişlerdir.

Araştırma süresince sentrik diyatomelerden yalnızca *Aulacoseria granulata*' ya rastlanılmıştır. Bu diyatome *Juncus inflexus* üzerinde yalnızca Temmuz ayında kaydedilmiş, diğer aylarda bulunamamıştır. *A. granulata* diğer makrofitler üzerinde kaydedilmemiştir. Pala (2014)' nın Hazar Gölü epifitik alg florası adlı çalışmada da epifitik diyatomeler arasında sentrik diyatomelerden yalnızca *Cyclotella ocellata*' ya rastlanılmıştır. Baskın olanlar ise pennat diyatomeler olmuşlardır. Round [27]' da pennat diyatomelerin gerçekte bentik formlar olduklarını ve su karışımları ile birlikte fitoplanktona yükseldiklerini ileri sürmüştür. Bu bulgu, çalışmamızın bulgularını destekler nitelikte olmuştur.

Pala [25]' nın Hazar Gölü (Suluçayır Düzü) epifitik diyatomesini belirlemek amacıyla *Ranunculus rinoii* ve *Ranunculus aquatilis* üzerinde yaptığı çalışmada epifitik diyatomeler içerisinde *Amphora ovalis*, *Synedra ulna*, *Cymbella affinis* ve *Epithemia turgida* en önemli diyatomeler olurken; bu çalışmada tüm epifitik diyatomeler arasında ortaya çıkış sıklıkları ve birey sayıları bakımından en önemli diyatome cinsleri *Navicula*, *Nitzschia*, *Gomphonema* ve *Diatoma* olmuştur. *Epithemia turgida*' ya yalnızca *Potamogeton nodosus*' un yaprakları üzerinde rastlanılmıştır.

Bazı diyatomelerin aynı makrofitin gövdeleri üzerinde yüksek birey sayıları ile kaydedilip yaprakları üzerinde düşük birey sayıları ile kaydedilmesi ya da yapraklar üzerinde yüksek birey sayıları ile kaydedilip, gövdeler üzerinde düşük birey sayıları ile kaydedilmeleri aynı diyatome türünün makrofitin vejetatif organları üzerinde maksimum yoğunluklarına eriştikleri devrelerin ve

ulaştıkları maksimum yoğunlukların farklı olabileceğine dikkat çekmektedir.

Diyatomelerin epifitik alg topluluğu içerisinde sürekli yer alışları dikkate alındığında, diyatomelerin kozmopolitan olup her türlü substratumlarda rastlanılan algler olduğu sonucunu bir kez daha vurgulamaktadır.

7. Kaynaklar

- Palmer, C.M., (1980). *Algae and Water Pollution*, Castle House Pub. Ltd. New York. 110 pp.
- URL1 <http://www.agri.ankara.edu.tr/soilsciences>
- Akköz, C. ve Obalı, O. (1998). Beşgöz Gölü epifitik ve epipelik alglerinin kompozisyonu ve mevsimsel değişimleri. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, 7-10 Eylül ,II, 282-291.
- Dere, Ş ve Sivacı, R.E. (2001). Kızılırmak (Sivas giriş-çıkış) epipelik, epifitik ve epilitik alg florası, Cumhuriyet Üniv. Fen Bil.Der., **22**, Sayı:2.
- Yüce, A. ve Ertan, O.Ö. (2001). Kovada Gölü epifitik algleri (Isparta-Türkiye). XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. s: 216-224, Hatay.
- Şen, B. ve Pala, G. (2001a). Çamişgezek bölgesi (Keban Baraj Gölü)' ndeki *Potamogeton perfoliatus* L. üzerindeki epifitik algler. XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, s:206-215, Hatay.
- Özer, G. ve Pala, G. (2014). Elazığ ili çevresindeki bazı su kaynaklarından toplanan *Lemna minor* (L.)' un epifitik algleri. İstanbul Üniv. Su Ürünleri Dergisi, **29**, sayı 1.
- Demirkapı, S. ve Pala, G. (2016). Bir Balık Üretim Tesisi Toprak Havuzlarda Yetişen *Ceratophyllum demersum* L.' un epifitik algleri. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, **28** (1), 47-54.
- Pala, G., Tepe, R. ve Çağlar, M. (2016). Karkamış Baraj Gölü (Gaziantep)' nden toplanan *Potamogeton lucans* L.' in epifitik algleri. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, **28** (1), 29-37.
- Round, F. E. (1953). An Investigon of two Bentic Algal Communities in Malharm Tarn , Yorkshire, J. Ecol., **41**, 97-174.
- Bourelly, P. (1968). Les Algues D' eau Douce Algues Jaunes et Brunnes, *N. Baubes*, Paris, 439 p.
- Bourelly, P. (1972). Les Algues D' eau Douce Tome:1, Editions N. Boubee and C^{ie}3, Place Saint-Andre-Des-Arts, Paris, 569 p.
- Prescott, G.W. (1951). *Algae of the Western Great Lakes Area, Exclusive of Desmids and Diatoms*. CranBrook Institute of science, Bulletin, **31**, 932p.
- Germain, H. (1981). Flora Des Diatmees Diatomophycees, *Societe Nouvelle Des Editions Boube'e*. Paris. 441 p.

15. Grimes, J., Rushforth, S.R. (1982). Diatoms of Recent Bottom Sediments of Utah Lake, Utah U.S.A. *Bibliotheca phycologica Germany*. **55**,1-179
16. Patrick, R. ve Reimer, C.W. (1966). The Diatoms of The United States, Exclusive of Alaska and Hawaii, Monographs of the Academy of National Sciens of Philandephia No:**13**, Pennyslyvania, U.S.A 688 pp.
17. Patrick, R. ve Reimer, C.W. (1975). The diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Volume 2, Part 1. Monograph No: 13, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 213 pp.
18. Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986). Bacillariophyceae. I. Teil: Naviculaceae in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süswasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York, 876 p.
19. Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1988). Bacillariophyceae. II. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süswasser flora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. 596 p.
20. Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991a). Bacillariophyceae. III. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süswasser flora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Jena. 576 p.
21. Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1991b). Bacillariophyceae. IV. Teil:Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeiichnis Teil I-IV. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süswasser flora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Jena. 437p.
22. URL 2. <http://www.algaebase.org> [12 Aralık 2016]
23. Cox, E.J. (1984). Observations on some benthic diatoms from North German Lakes: the effect of sustratum and lightregime. *Verh internat. Verein. Limnol.*, **22**, 924-928.
24. Şen, B. ve Pala, G. (2001 b). Dipsiz Göl ve Kırk Gözeler (Elazığ) Kaynak Sularında ortaya çıkan diyatomeler ve mevsimsel değişimleri, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, **12**,1-13.

Harşit Vadisi'nin (Türkiye) Caligonellid Akarları (Acari: Raphignathoidea: Caligonellidae)

Sibel DOĞAN^{*1}, Salih DOĞAN¹, Orhan ERMAN²

¹Erzincan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Erzincan

²Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Elazığ

*sdilkara@erzincan.edu.tr

(Geliş/Received: 10.05.2016; Kabul/Accepted: 12.04.2017)

Özet

Bu çalışmada, Harşit Vadisi'nden (Türkiye) toplanan caligonellid akarların (Acari: Caligonellidae) iki cinsine ait toplam dört tür tespit edildi. Türlerden üçü, *Caligonella humilis* (Koch), *Neognathus spectabilis* (Summers ve Schlinger) ve *N. terrestris* (Summers ve Schlinger), çalışma alanından ilk defa kaydedildi. Bu türlerin, çeşitli organlarının şekilleri çizildi, ölçümleri alındı ve tanımları yapıldı. Ayrıca Türkiye'de ve dünyada yayılışları üzerinde duruldu.

Anahtar Kelimeler: Akar, Caligonellidae, Fauna, Harşit Vadisi, Türkiye.

Caligonellid Mites (Acari: Raphignathoidea: Caligonellidae) of Harşit Valley (Turkey)

Abstract

In the present work, it was evaluated caligonellid mites (four species belonging to two genera) (Acari: Caligonellidae) collected from Harşit Valley (Turkey) between the years 2013-2015. Three species, *Caligonella humilis* (Koch), *Neognathus spectabilis* (Summers and Schlinger) and *N. terrestris* (Summers and Schlinger), were reported from the research area for the first time. Descriptions of these species, their original drawings and measurements of various organs were given. Furthermore, their distributions in Turkey and on the world were presented.

Keywords: Mite, Caligonellidae, Fauna, Harşit Valley, Turkey.

1.Giriş

Raphignathoidea içinde yer alan Caligonellidae, Grandjean 5 cins ve 63 türle temsil edilmektedir. Ülkemizden şimdiye kadar 10 tür kaydedilmiştir: *Caligonella humilis* (Koch), *Molothrognathus crucis* Summers & Schlinger, *M. kamili* Doğan, *M. venusta* (Khaustov & Kuznetzov), *M. phytocolus* Meyer & Ueckermann, *M. terrulentus* Meyer & Ueckermann, *Neognathus ozkani* Akyol & Koç, *N. spectabilis* (Summers & Schlinger), *N. terrestris* (Summers & Schlinger), *N. ueckermanni* Bagheri, Doğan & Haddad [1-7].

Faunistik bir çalışma kapsamında Harşit Vadisi'nden, iki cinsine ait toplam dört tür tespit edilmiştir. Çalışma sahasından ilk defa kaydedilen *Caligonella humilis* (Koch),

Neognathus spectabilis (Summers ve Schlinger) ve *N. terrestris* (Summers ve Schlinger) türlerinin özgün şekillerine yer verilmiş, tanımları yapılmış, Türkiye ve dünyadaki yayılışları üzerinde durulmuştur.

2. Materyal ve Metot

Çalışma alanından alınan toprak, döküntü, ağaç kabuğu ve yosun örnekleri naylon torbalara konularak etiketlenip laboratuvara getirildi. Akar örneklerinin toplanması, ayıklanması, preparasyonu ve saklanması daha önce Doğan [8] tarafından belirtilen yöntemler izlendi. Metinde geçen ölçümlerde ise ilk verilen değer ortalamayı, parantez içerisinde verilen değerler ise değişim aralığını göstermektedir.

Akarların vücut bölgeleri ile vücut ve bacak kılılarının isimlendirilmesinde Grandjean [9] ve Kethley [10] tarafından önerilen sistem kullanıldı.

3. Bulgular

Familiya: Caligonellidae Grandjean, 1944

Tip cinsi: Caligonella Berlese, 1910

Cins teşhis anahtarı

Peritrem "ω" şeklinde: *Neognathus* Willmann

Peritrem "ω" şeklinde değil: *Caligonella* Berlese

Cins: Caligonella Berlese, 1910

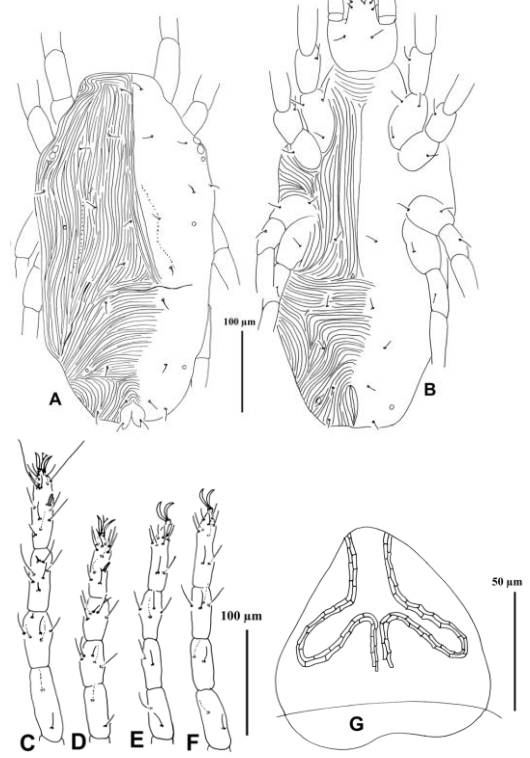
Caligonella humilis (Koch, 1838)

Dişi (Şekil 1)

Vücut oval ve 305 (258-360)/157 (146-178) µm büyüklüğündedir. Gnatozoma 73 (71-75), palp 65 (63-67) µm uzunluğundadır. İki çift adoral ve bir çift subkapitulum kılı vardır. Subkapitulum kıl çiftinin uzunluğu ve aralarındaki mesafeler; *m*: 15 (14-16), *m-m*: 23 (22-25) µm'dir. Sitolofor 82 (80-84) µm uzunluğunda, alt tarafa doğru genişlemiş ve koniyi andıran bir görünüme sahiptir. Peritremin iki kolu sitoloforun ön kenarından çıkar ve arka kenarına doğru paralel olarak uzar, sonra sitoloforun yanlarına doğru yönelen kolları tekrar orta bölgeye gelerek paralel olarak uzamaya devam eder ve sitoloforun arka kenarına kavuşmadan sonlanır.

Sırtta plak yoktur. Vücut, sık aralıklı ve belirli bölgelerde yoğunlaşan çizgili bir örtü ile kaplıdır. Bu çizgilenme kılırların çıktığı kısımda seyrekleşmektedir. Ayrıca sırtta *dsj* deseni göze çarpmaktadır. Sırtta *sci* ile *sce* kılırları arasında bir çift göz ve göz ardı cisim vardır. İncelenen tüm örneklerde yerleri sabit olan üç çift kupül bulunmaktadır. Bu kupüllerden ilk çifti (*ia*) gözlerin arka tarafında, ikinci çifti (*im*) *c*₂ kılınının paralelinde ve *c*₁ kılınının dış yan tarafında, üçüncü çifti (*ip*) ise *f*₁ kılınının dış yan tarafında bulunmaktadır. Sırtta 11 çift kıl bulunmaktadır. Uzun olmayan, düz ve narin yapıdaki sırt kılırlarının uzunlukları yaklaşık olarak birbirine eşittir. Bu kılırların uzunlukları ve aralarındaki mesafeler şöyledir; *vi*: 11 (11-12), *ve*: 11 (10-12), *sci*: 12 (12-13), *sce*: 11 (11-12), *c*₁: 12 (11-12), *c*₂: 12 (12-13), *d*₁: 11 (11-12), *e*₁: 12 (11-12), *f*₁: 11 (11-12), *h*₁: 11 (11-12), *h*₂: 11 (11-12), *vi-vi*:

19 (17-20), *ve-ve*: 40 (39-42), *vi-ve*: 41 (39-43), *sci-sci*: 97 (95-99), *ve-sci*: 62 (61-63), *sce-sce*: 162 (157-166), *sci-sce*: 48 (47-50), *c*_{1-c}₁: 32 (31-34), *c*_{2-c}₂: 100 (98-104), *c*_{1-c}₂: 41 (39-43), *c*_{1-d}₁: 39 (38-40), *d*_{1-d}₁: 49 (47-51), *d*_{1-e}₁: 31 (29-33), *e*_{1-e}₁: 53 (52-54), *f*_{1-f}₁: 54 (53-55), *e*_{1-f}₁: 57 (55-60), *f*_{1-h}₁: 36 (35-37), *f*_{1-h}₂: 22 (21-23), *h*_{1-h}₁: 26 (26-27), *h*_{2-h}₂: 60 (59-61), *h*_{1-h}₂: 21 (20-22) µm'dir.



Şekil 1. *Caligonella humilis* (Dişi). A. Vücut sırttan, B. Vücut karından, C) I. bacak, D) II. bacak, E) III. bacak, F) IV. bacak, G) Stilifor

Karında, sırtta olduğu gibi plak yoktur. Eşeyssel plağın yan tarafında bir çift kupül (*ih*) vardır. Koksaların birbirlerine bakan yüzlerinde, sınırlar tam belli olmayıp bu kısımlarda çizgili yapı hakimdir. *1a*, *3a*, *4a* ve dört çift aggenital kılırların etrafında çizgilenme yoktur. Bu kılırların uzunlukları ve aralarındaki mesafeler sırasıyla; *1a*: 14 (12-15), *3a*: 10 (10-11), *4a*: 10 (9-10), *1a-1a*: 58 (56-61), *3a-3a*: 93 (91-96), *4a-4a*: 36 (35-36) µm'dir. Dört çift aggenital kılın uzunlukları ise sırasıyla; *ag*₁: 12 (11-13), *ag*₂: 10 (10-11), *ag*₃: 8 (7-8), *ag*₄: 8 (7-8) µm'dir.

Anal plak vücudun arka tarafında ve dışa doğru bir çıkıntı yapmıştır. Anal plak üzerinde bulunan bir çift kıl (*ps*₁) 11 (10-12) µm uzunluğundadır.

Bacak uzunlukları sırasıyla; I.B: 256 (246-264), II.B: 194 (187-201), III.B: 218 (208-228), IV.B: 238 (229-247) μm 'dir. Bacak parçaları üzerindeki kılların dağılımı; koksa: 3-1-2-1, trokanter: 1-1-1-1, femur: 2-2-2-2, genu: 5(+1 κ)-5-2-2, tibiya: 5(+1 ϕ +1 ϕ)-5-4-4, tarsus: 13(+1 ω +1 ϕ)-9(+1 ω +1 ϕ)-9-9 şeklindedir. III. ve IV. tarsusda ω solenidiyumu yoktur. κ solenidiyumu sadece I. genuda vardır. I. tarsusdaki ω solenidiyumu 9 (9-10) μm uzunluğundadır. II. tarsusdaki ω solenidiyumu 7 (7-8) μm uzunluğunda olup, I. tarsusdaki ω solenidiyumdan biraz kısadır.

Erkek: Rastlanmadı.

Ergin Olmayan Gelişim Evreleri: Bilinmiyor.

İncelenen Örnekler: Vauk Geçidi, 6♀, çam ağacı kovuğu ve döküntüsü, 40° 22' 12"K, 39° 49' 22"D, 1826 m, 05.10.2013; 3♀, taş altından toprak, 40° 22' 01"K, 39° 49' 19"D, 1826 m, 11.10.2013; 1♀, karınca yuvası toprak, 40° 22' 02"K, 39° 49' 40"D, 1971 m, 28.10.2013; 4♀, açık alandan çimenli ve yosunlu toprak, 40° 22' 00"K, 39° 49' 16"D, 1935 m, 28.10.2013; 3♀, çimenli ve yosunlu toprak, 40° 22' 17"K, 39° 49' 19"D, 1820 m, 08.03.2014; 5♀, kızılçık ağacı altından çimenli döküntü, 40° 22' 17"K, 39° 49' 19"D, 1820 m, 08.03.2014; 3♀, yosunlu toprak, 5♀, akçaağaç altından döküntü, 40° 22' 21"K, 39° 49' 21"D, 1793 m, 28.03.2014; 2♀, geven altından döküntü, 40° 22' 12"K, 39° 49' 31"D, 1883 m, 10.07.2014; 4♀, karaçam altından yosun, 3♀, meşe altından döküntü, 2♀, sabin ardıcı altından döküntü, 40° 22' 17"K, 39° 49' 11"D, 1700 m, 09.04.2015; 1♀, geven altından döküntü, 40° 22' 21"K, 39° 48' 50"D, 1801 m, 09.04.2015. Akgedik Köyü yakını, 3♀, toprak üzeri yosun, 2♀, ardıç altından döküntü, 40° 22' 25"K, 39° 40' 10"D, 1640 m, 13.10.2013. Taşlıca Köyü, Tahtamur Yaylası, 3♀, toprak üzeri çimenli yosun, 5♀, ormangülü altından toprak, 2♀, böğürtlen altından döküntü, 40° 44' 33"K, 39° 03' 0"D, 1708 m, 24.11.2013. Cehennem Vadisi, 2♀, çam altından döküntü, 40° 32' 37"K, 39° 28' 19"D, 1800 m, 23.04.2014; 3♀, ardıç altından döküntü, 40° 32' 21"K, 39° 27' 11"D, 1620 m, 26.06.2014. Tirebolu, İstiklal Mahallesi, 7♀, çürümüş kütük içi ve likenli toprak, 40° 57' 52"K, 38° 53' 17"D, 32 m, 02.05.2014. Tohumoğlu köprüsü civarı, 2♀, ağaç altından yosun, 40° 24' 03"K, 39° 39' 18"D, 1280 m,

30.05.2014. Aydınlar Köyü, 5♀, çimenli toprak, 40° 34' 54"K, 39° 27' 13"D, 1727 m, 27.08.2014. Arzumlar beldesi, 2♀, kavak altından yosunlu döküntü, 3♀, meşe altından döküntü, 40° 25' 16"K, 39° 41' 29"D, 1523 m, 25.09.2014. Yaylalar kavşağı, 1♀, söğüt altından döküntülü toprak, 40° 33' 13"K, 39° 28' 49"D, 1385 m, 14.05.2015.

Yayıllığı: ABD, Almanya, Avustralya, Azerbaycan, Fransa, İran, İtalya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Kırım, Polonya, Ukrayna, Türkiye'den (Afyonkarahisar, Ağrı, Amasya, Artvin, Bingöl, Denizli, Erzincan, Erzurum, İzmir, Kelkit Vadisi, Kırıkkale, Kütahya, Osmaniye, Trabzon ve Yozgat) bilinmektedir [1, 3, 4, 6, 11, 13-28].

Cins: *Neognathus Willmann, 1952*

Tip türü: *Neognathus insolitus* Willmann, 1952

Neognathus türleri için teşhis anahtarı

1. IV. tarsusta ω solenidiyumu yok, iki çift pseudanal kıl var: *N. terrestris* (Summers ve Schlinger)

IV. tarsusta ω solenidiyumu var, üç çift pseudanal kıl var:2

2. Peritrem sekiz bölmeli, stilofor yanlarda kulak benzeri çıkıntı taşır: *N. spectabilis* (Summers ve Schlinger)

Peritrem dört bölmeli, stilofor yanlarda kulak benzeri çıkıntı taşımaz: *N. ueckermanni* Bagheri, Doğan ve Haddad

Neognathus spectabilis (Summers ve Schlinger, 1955)

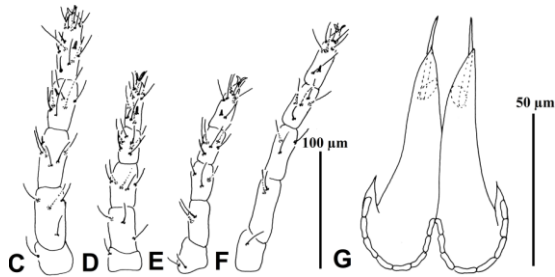
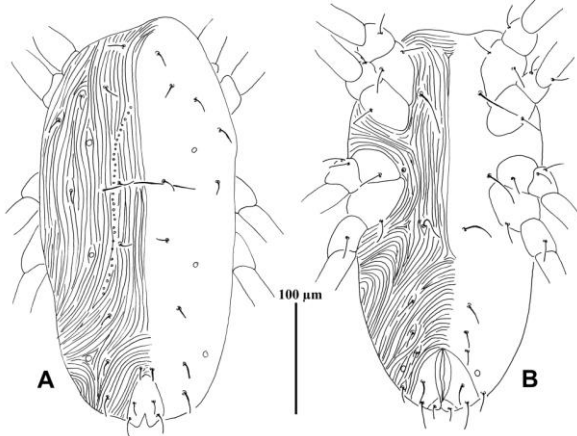
Dişi (Şekil 2)

Vücut oval ve 288 (242-316)/124 (115-143) μm büyüklüğündedir.

Gnatozoma 83 (82-86), keliserin hareketli parçası 23 (22-25) μm uzunluğundadır. Subkapitulum kıllarının uzunluğu ve aralarındaki mesafeler şöyledir; *m*: 19 (16-23), *m-m*: 19 (18-21), *n*: 44 (41-49), *n-n*: 27 (25-29), *m-n*: 7 (7-8) μm . Keliserlerin kaide kısımları birleşerek stiloforu oluşturmuştur. Yanlarda kulak benzeri çıkıntı taşıyan sitolofor 69 (68-72) μm uzunluğundadır. Sitoloforun üstünde, kaide kısmına yakın konumlanmış olan peritrem " ω " şeklinde olup dış kolları stiloforun genişlemiş olan yan kenarlarında sonlanır. Peritremin kollarından her biri sekiz bölmelidir. Palpin uzunluğu 83 (82-85), μm 'dir. Kılların palp parçaları üzerindeki dağılımı şu şekildedir: femur 1, genu 2, tibiya 3+1 tırnak, tarsus 4+1 ω +4

öpatidiyum. Palp tibiya tırnağının uzunluğu, palp tarsusu uzunluğuna yakındır.

Vücut örtüsü çizgilidir. Sırtta göz ve göz ardı cisim yoktur. Plaksız olan sırtta *dsj* deseni, ayrıca üç çift kupül bulunmaktadır. Bu kupüllerden ilk çifti (*ia*) c_1 kılınının üst yanlarında, ikinci çifti (*im*) d_1 'in alt yanlarında, üçüncü çifti (*ip*) ise f_1 kılınının yan kenarlarına yerleşmiştir. Sırtta 11 çift kıl vardır. Bu kılların uzunlukları ve aralarındaki mesafeler şöyledir; *vi*: 11 (10-12), *ve*: 11 (11-12), *sci*: 11 (10-13), *sce*: 11 (10-12), c_1 : 11 (11-12), c_2 : 12 (11-13), d_1 : 11 (11-12), e_1 : 11 (11-12), f_1 : 12 (11-13), h_1 : 9 (8-11), h_2 : 12 (11-12), *vi-vi*: 16 (14-18), *ve-ve*: 73 (71-76), *vi-ve*: 41 (37-45), *sci-sci*: 41 (39-42), *ve-sci*: 16 (15-17), *sce-sce*: 97 (94-99), *sci-sce*: 40 (39-42), c_1-c_1 : 28 (27-29), c_2-c_2 : 93 (90-94), c_1-c_2 : 33 (32-34), c_1-d_1 : 43 (41-45), d_1-d_1 : 26 (25-28), d_1-e_1 : 47 (44-50), e_1-e_1 : 43 (40-46), f_1-f_1 : 51 (45-57), e_1-f_1 : 31 (29-35), f_1-h_1 : 22 (19-26), f_1-h_2 : 17 (15-19), h_1-h_1 : 8 (7-9), h_2-h_2 : 51 (46-57), h_1-h_2 : 28 (26-30) μm .



Şekil 2. *Neognathus spectabilis* (Dişi). A. Vücut sırttan, B. Vücut karından, C) I. bacak, D) II. bacak, E) III. bacak, F) IV. bacak, G) Keliser

I. ve II. koksalar ile III. ve IV. koksalar birbirlerine bitişik yerleşmiş ve iki grup halinde

organize olmuştur. Karın kıllarından *1a* I. grup koksalar arasında, *3a* kılları II. grup koksalar arasında, *4a* kılları ise koksaların aşağısında çizgili alanda yer almaktadır. Genital plaklar üzerinde iki çift genital kıl ($g_{1,2}$) bulunmaktadır. Dört çift aggenital kıldan ilk iki çifti ($ag_{1,2}$) genital plakların üst yanlarında, üçüncü çift genital plakların üst yan hizasında, dördüncü çifti ise genital plakların alt yanlarındaki çizgili alan üzerinde bulunmaktadır. *ih* kupülü vücudun alt kenarına yakın, genital bölgenin yan taraflarında yer alır. Karın kıllarının uzunlukları ve aralarındaki mesafeler; *1a*: 25 (17-33), *3a*: 29 (25-34), *4a*: 28 (24-33), *1a-1a*: 45 (44-46), *3a-3a*: 66 (64-67), *4a-4a*: 29 (23-31), g_1 : 12 (11-13), g_2 : 10 (9-10), ag_1 : 24 (20-30), ag_2 : 11 (10-13), ag_3 : 11 (11-12), ag_4 : 9 (9-10) μm 'dir.

Anal plaklar vücudun arka uç tarafında ve üzerinde üç çift kıl bulunmaktadır. Bu kıllardan ilk iki çifti dorsalde, üçüncü çifti ise ventraldedir. ps_1 : 12 (10-13), ps_2 : 12 (11-14), ps_3 : 12 (11-13) μm uzunluğundadır.

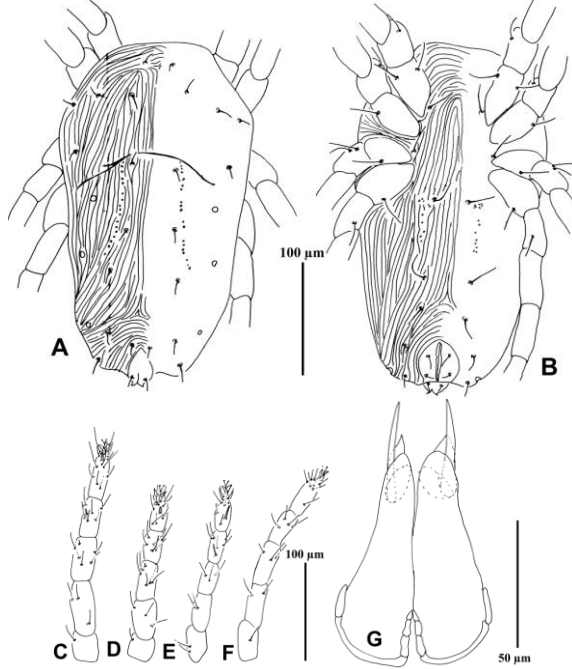
Bacak uzunlukları; I.B: 184 (180-193), II.B: 145 (140-152), III.B: 155 (152-163), IV.B: 200 (196-209) μm 'dir. Bacak parçaları üzerindeki kılların dağılımı; koksalar: 2-1-1-1, trokanter: 1-1-2-1, femur: 4-3-2-2, genu: 5(+1 κ)-5-3-3, tibiya: 5(+1 ϕ +1 ϕ)-5(+1 ϕ)-5(+1 ϕ)-4(+1 ϕ), tarsus: 14(+1 ϕ +1 ω)-9(+1 ϕ +1 ω)-7(+1 ω)-7(+1 ω) şeklindedir.

Erkek ve Ergin Olmayan Gelişim Evreleri: Bilinmiyor.

İncelenen Örnekler: Vauk Geçidi, 6♀, çürümüş meşe kütüğü, 40° 22' 12"K, 39° 49' 22"D, 1826 m, 05.10.2013; 7♀, geven (*Astragalus membranaceus*), 40° 22' 01"K, 39° 49' 19"D, 1826 m, 11.10.2013; 4♀, çimenli ve yosunlu toprak, 3♀, kızılıcak ağacı (*Cornus* sp.) altından çimenli döküntü, 40° 22' 17"K, 39° 49' 19"D, 1820 m, 08.03.2014; 3♀, meşe altından döküntü, 40° 22' 22"K, 39° 49' 20"D, 1804 m, 15.09.2014; 1♀, geven altından döküntü, 40° 22' 02"K, 39° 49' 32"D, 1926 m, 25.09.2014; 3♀, geven altından döküntü, 40° 22' 10"K, 39° 48' 50"D, 1740 m, 01.10.2014; 3♀, meşe altından döküntü, 40° 22' 00"K, 39° 49' 21"D, 1922 m, 23.10.2014; 2♀, sabin ardıcı altından döküntü, 40° 22' 17"K, 39° 49' 11"D, 1700 m, 09.04.2015; 2♀, çıplak alan yosun ve çimen, 40° 22' 12"K, 39° 49' 32"D, 1860 m, 14.05.2015. Kazıkbeli Yayla Yolu, 3♀,

karışık döküntülü çimen, 40° 41' 44"K, 39° 10' 43"D, 1074 m, 16.04.2015.

Yayıışı: ABD, Irak, İsrail, Litvanya, Macaristan, Ukrayna ve Türkiye'den (Ağrı, Bursa, Erzincan, Erzurum, Kayseri, Kelkit Vadisi, Kütahya ve Trabzon) bilinmektedir [3, 4, 6, 11, 16, 19, 24, 26, 29-33].



Şekil 3. *Neognathus terrestris* (Dişi). A. Vücut sırttan, B. Vücut karından, C) I. bacak, D) II. bacak, E) III. bacak, F) IV. bacak, G) Keliser

Neognathus ueckermanni Bagheri, Doğan ve Haddad, 2010

İlk olarak İran'dan [37] daha sonra Türkiye'den Ekşisu Sazlığı ve Harşit Vadisi'nden verilmiştir [38, 39].

4. Tartışma

***Caligonella humilis*:** Örneklerimizde vücut büyüklüğü 305 (258-360)/157 (146-178) µm'dir. ABD'den verilen örneklerde vücut büyüklüğü 310/200 µm'dir [11]. Ülkemizden daha önce kaydedilen örneklerde ise vücut büyüklüğü 441/196 µm [1], 374/176 µm [21], 333/187 µm [22] ve 319/151 µm [24] olarak verilmiştir. Örneklerimiz büyüklük bakımından ABD örneklerine yakın olup, ülkemizden daha önce verilen örneklerden biraz daha küçüktür. Artvin örneklerinde, I. tarsusdaki ω solenidiyumun, II. tarsusdaki ω solenidiyumdan

iki kat daha uzun olduğu belirtilmektedir [1]. Örneklerimizde ise solenidiyum uzunlukları arasındaki fark bu kadar çok değildir. Diğer yapısal özellikleri, türün daha önce verilen örneklerine uygunluk göstermektedir.

***Neognathus spectabilis*:** Bu türün tip örneğinde vücut büyüklüğü 340/190 µm [11], Hawaii örneklerinde 320-414/179-249 µm olarak verilmiştir [31]. Ülkemizden verilen örneklerde ise vücut büyüklüğü 320-340/130-147 µm [3], 337/117 µm [24] olarak kaydedilmiştir. Çalışma sahasından toplanan örneklerin vücut büyüklüğü ise 288 (242-316)/124 (115-143) µm olup, daha önce verilen örneklerin değişim aralığındadır.

Tip örneğinde *ia* kupülünün ve II. genu üzerinde κ solenidiyumunun bulunmadığı ifade edilmiştir [11]. Swift [31] ise Hawaii'den verdiği örnekte *ia* kupülünün ve II. genu üzerinde κ solenidiyumu bulunduğunu belirtmiştir. Daha önce ülkemizden verilen kayıtlardan, Kelkit Vadisi'nden toplanan örneklerde *ia* kupülünün bazı bireylerde bulunduğu, bazılarında ise bulunmadığı, II. genu üzerinde κ solenidiyumunun bulunmadığı belirtilmiştir [24]. Doğan [3], Ağrı'dan toplanan örneklerde *ia* kupülünün bulunduğunu, diğer örneklerde ise bulunmadığını ve incelediği bütün örneklerde II. genu üzerinde κ solenidiyumunun olmadığını belirtmiştir. Örneklerimizde *ia* kupülü bulunmakta, ancak II. genu üzerinde κ solenidiyumu bulunmamaktadır.

Hawaii'den verilen örneklerde III. ve IV. tarsus üzerinde dokuz [31], ülkemizden Doğan [3] ve Dönel [24] tarafından verilen örneklerde ise III. ve IV. tarsus üzerinde sekiz kılın olduğu rapor edilmiştir. Örneklerimiz, daha önce ülkemizden verilen kayıtlarda olduğu gibi III. ve IV. tarsus üzerinde sekiz kıl bulunması ve diğer yapısal özellikleri bakımından uyum göstermektedir.

***Neognathus terrestris*:** Summers ve Schlinger [11] tarafından tanımlanan tip örneğinde vücut büyüklüğü 280/170 µm olarak ölçülmüştür. Ülkemizden daha önce verilen örneklerde ise vücut büyüklüğü 243/130 µm, 286/176 µm, 369/166 µm ve 270/121 µm olarak kaydedilmiştir [3, 21, 22, 24]. Örneklerimizde vücut büyüklüğü 245 (234-253)/127 (116-138) µm olup, daha önce verilen örneklerin değişim aralığı içinde kalmaktadır.

Daha önce ABD ve ülkemizden verilen bazı kayıtlarda [3, 11, 21, 22] olduğu gibi araştırma sahasından toplanan örneklerde de *ia* kupülü c_1 ve d_1 arasında, yan tarafa doğru yerleşmiştir. Ancak Kelkit Vadisi'nden toplanan örneklerde *ia* kupülünün c_1 kılınının üst yan tarafına doğru yerleştiği ifade edilmiştir [24].

Tip örneğinde III. tarsus üzerinde ω solenidiyumunun varlığından söz edilmemiştir [11]. Doğan [3] ve Dönel [24] tarafından verilen örneklerde tip örneğinde olduğu gibi III. tarsus üzerinde ω solenidiyumu bulunmamaktadır. Daha önce Kara [21] ve Akyol [22] tarafından verilen kayıtlarda ise III. tarsus üzerinde ω solenidiyumunun varlığından bahsedilmiştir. Örneklerimizin bazılarında III. tarsus üzerinde ince bir ω solenidiyumu bulunmaktadır.

***Neognathus ueckermanni*:** Bu tür, *Neognathus terrestris* Summers ve Schlinger ile *N. davei* Meyer ve Ueckermann'ye benzemektedir. Ancak IV. tarsusda solenidiyum varlığı ile *N. terrestris*'den, I ve III. tibiyalardaki kıl sayısının birer fazla olmasıyla *N. davei*'den ayrılmaktadır.

5. Teşekkür

Bu çalışma ilk yazarın doktora tezinden üretilmiş olup, 06-09 Temmuz 2017 tarihleri arasında düzenlenen II. Ulusal Uygulamalı Biyolojik Bilimler Kongresi'nde poster olarak sunulmuş ve özet halinde basılmıştır.

6. Kaynaklar

- Koç, K. ve Ayyıldız, N. (1996). Türkiye faunası için yeni bir *Caligonella* Berlese (Acari, Prostigmata, Caligonellidae) türü. *Turkish Journal of Zoology*, **20**: 67-70.
- Koç, K. and Ayyıldız, N. (1997). A new species of the *Molothrognathus* Summers and Schlinger (Acari: Prostigmata: Caligonellidae) from Turkey. *Acarologia*, **38**: 47-50.
- Doğan, S. (2003). On caligonellid mites from Turkey (Acari: Caligonellidae). *Archives des Sciences*, **56**: 63-67.
- Doğan, S. (2007). Checklist of raphignathoid mites (Acari: Raphignathoidea) of Turkey. *Zootaxa*, **1454**: 1-26.
- Doğan, S. and Ayyıldız, N. (2003). First record of *Neognathus terrestris* (Acari, Caligonellidae) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **27**: 177-180.
- Erman, O., Özkan, M., Ayyıldız, N. and Doğan, S. (2007). Checklist of the mites (Arachnida: Acari) of Turkey, Second supplement. *Zootaxa*, **1532**: 1-21.
- Akyol, M. and Koç, K. (2012). A new species and two new records of the family Caligonellidae (Acari: Raphignathoidea) from Turkey. *International Journal of Acarology*, **38**: 40-45.
- Doğan, S. (2006). Contributions to the knowledge of the raphignathoid mites of Turkey (Acari, Raphignathoidea) with description of a new species. *International Journal of Acarology*. **32**: 371-375.
- Grandjean, F. (1944). Observations sur les acariens de la famille des Stigmaeidae. *Archives des Sciences physiques et naturelles*, **26**: 103-131.
- Kethley, J. (1990). Acarina: Prostigmata (Actinedida), in *Soil Biology Guide*, pp. 667-756, Ed. Dindal, D.L., John Wiley and Sons.
- Summers, F.M. and Schlinger, E.I. (1955). Mites of the family Caligonellidae (Acarina). *Hilgardia*, **23**: 539-561.
- Fan, Q.-H. (2000). A phylogenetic analysis of the family Caligonellidae (Acari: Prostigmata) with descriptions of two new species. *Acta Entomologica Sinica*, **43**: 421-428.
- Ueckermann, E.A. and Khanjani, M. (2003). Iranian Caligonellidae (Acari: Prostigmata), with descriptions of two new species and redescription of *Molothrognathus fulgidus* Summers and Schlinger, with a key to genera and species. *Acarologia*, **43**: 291-298.
- Koch, C.L. (1833-1841). Deutschlands Crustaceen, Myriapoden und Arachniden, Heft Regensburg, 1-40.
- Berlese, A. (1910). Acari Nuovi, Manipulus V. *Redia*, **6**: 199-214.
- Kuznetsov, N.N. and Petrov, V.M. (1984). Predacious mites of the Baltic region (Parasitiformes: Phytoseiidae, Acariformes: Prostigmata). *Riga Zinatne*, 1-142.
- Kazmierski, A. (2000). Prostigmatic mites (Acari: Actinedida) from the Nature Reserve Stonsk. Part I: The families Stigmaeidae, Raphignathidae, Caligonellidae and Camerobiidae. *Biological Bulletin of Poznan*, **37**, 317-325.
- Kazmierski, A. (2008). Cryptognathidae, in *Fauna of Poland, Characteristics and checklist of species*, pp. 603, Eds. Bogdanowicz, W., Chudzicka, E., Pilipiuk, I. and Skibińska, E., Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa.
- Ripka, G., Fain, A., Kazmierski, A., Kreiter, S. and Magowski, W.L. (2005). New data to the knowledge of the mite fauna of the Hungary (Acari: Mesostigmata, Prostigmata and

- Astigmata). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, **40**: 159-176.
20. Aslanov, O.C. (2005). Raphignathoid mites (Acariformes: Raphignathoidea) of mountain broad lives forests of the great caucasus within Azerbaijan, *III International Conference Biodiversity and Role of Zoocenosis in Natural and Anthropogenic Ecosystems*, Dnipropetrovsk, Ukraine, October 4-6, 176-177.
 21. Kara, M. (2005). Çeşme İlçesi (İzmir)'indeki Rafignatoidlerin (Acari: Raphignathoidea) sistematik yönden incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
 22. Akyol, M. (2007). Afyonkarahisar ili Raphignathoidea (Acari: Actinedida) üst familyasına ait taksonların sistematik yönden incelenmesi, *Doktora Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
 23. Kazaklı, M. (2008). Urla İlçesi (İzmir) Rafignatoid akarların sistematik ve ekolojik yönden incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
 24. Dönel, G. (2010). Kelkit Vadisi (Türkiye) rafignatoid akarlarının (Acari, Actinedida) sistematik yönden incelenmesi ve mikrofungus florasının belirlenmesi, *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
 25. Somuncu, S. and Koç, K. (2012). Seasonal distribution of raphignathoid mites (Acari: Raphignathoidea) in Seferihisar (Izmir) County. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, **5**: 35-40.
 26. Uluçay, İ. (2013). Kütahya İli Raphignathoidea (Acari: Actinedida) üst familyasına ait taksonların sistematik yönden incelenmesi, *Doktora Tezi*, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
 27. Beyzavi, G., Ueckermann, E.A., Faraji, F. and Ostovan, H. (2013). A catalog of Iranian prostigmatic mites of superfamilies Raphignathoidea & Tetranychoida (Acari). *Persian Journal of Acarology*, **2**: 389-474.
 28. Khaustov, A.A. and Sergeyenko, A.L. (2014). Raphignathoid mites (Acari: Raphignathoidea) of the Cape Martyan Nature Reserve, Crime. *Systematic and Applied Acarology*, **19**: 363-372.
 29. Gerson, U. (1968). Some raphignathoid mites from Israel. *Journal of Natural History*, **2**: 492-537.
 30. Abul-hab, J. (1984). Further contribution to the Acarina fauna of Iraq. *International Journal of Acarology*, **10**: 43-44.
 31. Swift, S.F. (1996). Hawaiian Raphignathoidea: Family Caligonellidae (Acari: Prostigmata), with descriptions of five new taxa and a key to genera and species. *Entomological Society of America*, **89**: 313-327.
 32. Khaustov, A.A. and Kuznetsov, N.N. (1997). Raphignathoid mites (Acariformes, Raphignathoidea) of North-Eastern Ukraine, with the description of a new species of the genus *Caligonella*. *Vestnik Zoologii*, **31**: 80-83.
 33. Swift, S.F. and Goff, M.L. (2001). Mite (Acari) communities associated with `Ōhi`a, *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae), at Hono O NāPali and Kui`a Natural Area Reserves on Kaua`i Island, Hawaiian Islands. *Pacific Science*, **55**: 23-40.
 34. Haddad Irani-Nejad, K.H., Hajiganbar, H.R. and Chaichi, P.T. (2005). An introduction of the prostigmatic mites sugarbeet fields in Miandoab Plain. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, **36**: 247-262.
 35. Dönel, G. and Doğan S., (2012). Türkiye'den *Neognathus terrestris*'in (Acari, Caligonellidae) erkeğinin ilk kaydı, *21. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 03-07 Eylül, İzmir, **PE-058, 977**.
 36. Cheraghali, Z., Rastegar, J., Sakenin-Chelav, H., Bagheri, M. and Lin, J. (2013). Fauna of bdelloid and raphignathoid mites (Acari: Trombidiformes) in Rodbar-Ghasran region (Shemiranat), Tehran Province, Iran. *The 2nd International Persian Congress of Acarology*, Iran, August 29-31, 8.
 37. Bagheri, M., Doğan, S., Haddad Irani-Nejad, K., Kamali, K., Khanjani, M. and Saboori, A. (2010). A new species of the genus *Neognathus* Willmann (Acari: Prostigmata: Caligonellidae). *Systematic and Applied Acarology*, **15**: 65-68.
 38. Dilkaraoğlu, S., Doğan, S. ve Erman, O. (2014). Ekşisu Sazlığı ve Harşit Vadisi'nden Türkiye için yeni bir rafignathoid akar (Acari: Raphignathoidea) kaydı: *Neognathus ueckermanni*. *22. Ulusal Biyoloji Kongresi*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 23-24 Haziran, s. 1122.
 39. Dilkaraoğlu, S., Doğan, S., Erman, O., Sevsay, S. ve Adil, S. (2015). Türkiye'den yeni bir raphignathoid akar (Acari, Raphignathoidea) kaydı: *Neognathus ueckermanni*. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **8**: 194-200.

Kaos Tabanlı Sayısal Modülasyon Tekniklerinin Simulink Ortamında Modellenmesi ve Benzetimi

Mustafa Türk¹, Hidayet Oğraş²

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

²Elektrik Eğitimi Bölümü, Batman Üniversitesi, Batman, Türkiye
mturk@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 17.10.2017; Kabul/Accepted: 22.02.2018)

Özet

Bu çalışma, kaos kavramının haberleşme sistemleri içerisindeki uygulama alanını ve bu alanda sıkça kullanılan kaotik modülasyon ve demodülasyon tekniklerini içermektedir. Ayrıca bu çalışmada, kaos karmaşıklığının sayısal modülasyon teknikleri içerisinde kullanılmasına yönelik genel bir bakış özetlenmekle beraber bu alanda özellikle üzerinde çalışılan modülasyon tekniklerinden: Korelasyon gecikmeli kaydırmalı anahtarlama (KGKA), frekans modülasyonlu farksal kaos kaydırmalı anahtarlama (FM-FKKA) ve kaotik açma-kapama anahtarlama (KAKA) yapıları Simulink ortamında modellenmiş ve benzetilmiştir. Modellere ait benzetim sonunda elde edilen teorik ve deneysel sonuçlar tatmin edici seviyede olup bu sonuçlar ayrıca kaos tabanlı modülasyon tekniklerinin sayısal haberleşme sistemlerinde pratik uygulamalarda kullanılabilirliğini destekler niteliktedir. Kaos dinamiğinin sergilediği gürültü benzeri davranış ve mevcut karmaşıklık düşünüldüğünde bu kavramın güvenli veri iletişimine alternatif bir yaklaşım getirdiği, Simulink ortamında gerçekleştirilen benzetim sonuçlarıyla da değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kaos, Haberleşme, Sayısal modülasyon, Simulink

Modelling and Simulation of Chaos-Based Digital Modulation Techniques on Simulink Environment

Abstract

This study covers the field of application of chaos concept in communication systems and chaotic modulation and demodulation techniques frequently used in this area. In addition, this study summarizes a general overview of the use of chaos complexity in digital modulation techniques, in particular the modulation techniques studied above: Correlation Delayed Shift Keying (CDSK), Frequency-Modulated Differential Chaos Shift Keying (FM-DCSK) and Chaotic On-Off Keying (COOK) structures are modeled and simulated in the Simulink environment. The theoretical and experimental results obtained at the end of the model simulation are at a satisfactory level and these results also support the usability of chaotic modulation techniques in practical applications in digital communication systems. Considering the noise-like behavior and existing complexity exhibited by the Chaos dynamics, this concept can also be evaluated with simulated results in Simulink environment, which brings an alternative approach to secure data communication.

Keywords: Chaos, Communication, Digital Modulation, Simulink

1. Giriş

Günümüz teknolojisinde haberleşme sistemlerine olan ihtiyaç ve bağımlılığın artması, bu alanda çok fazla sayıda kullanıcı oluşturmuştur. Ayrıca kullanılan darbant iletişim sinyalleri çok yönlü yayılıma karşı duyarlı olmakla beraber yüksek oranda gönderilen güç spektrum yoğunluğu da diğer kullanıcılar için parazit oluşturmaktadır [1, 2]. Bazı uygulamalarda mevcut bant genişliğinin en

verimli şekilde kullanılması önemliyken bazı uygulamalarda ise bant genişliğinin sınırlı olduğu genişbant haberleşme tekniğinin kullanılması önemlidir. Her bir kullanıcının diğer kullanıcılar için parazit oluşturduğu böyle bir ortam için en uygun yöntem, kullanılan haberleşme sinyalinin mümkün olduğunca genişbantlı olması gerekir. Genişbantlı haberleşme sinyali iki yol ile oluşturulabilir: Yayılı Spektrum tekniği kullanılarak bilgi sinyalinin genişbant aralığı üzerinde yayılması

ya da her bir sembolün gürültü benzeri dalga biçimi ile temsil edilmesi. Günümüzde bu probleme yönelik bilinen çözüm, birinci yaklaşımı kullanmaktadır [1-3]. Ancak yayılı spektrum tekniğinin kullanılması karmaşık bir sistemi gerektirmekle beraber alıcı ve verici devrelerde mükemmel bir senkronizasyonun olması gerekir. Senkronizasyon hatası, performans kaybına yol açarken sistemin karmaşıklığı ise fazla güç tüketimine sebep olur. Kaos tabanlı haberleşme, bu gibi problemlere çözüm sunabilen yeni bir alternatif alandır [4-6].

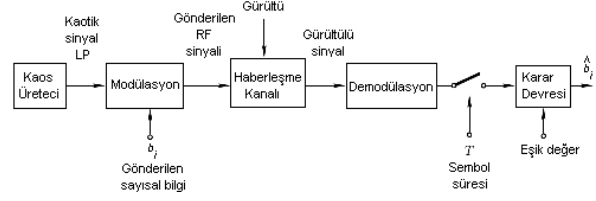
Pratikte bilgi iletimi anlamında sadece analog haberleşme kanalları mevcuttur. İletilen bilgi sayısal olsa bile bu bilginin analog bir sinyal ile temsil edilip yollanması gerekir. Bilinen sayısal haberleşme sistemlerinde gönderilecek olan her bir işaret genellikle periyodik sinüs sinyali ile temsil edildiğinden gönderilecek olan bilgi darbant bir sinyal olur [2,3]. Sonuçta çok yollu yayılım, sinyalde büyük oranda zayıflamaya neden olur. Kaotik sistemlerden elde edilen kaotik sinyaller, büyük bant genişliğine ve düşük güç spektrum yoğunluğuna sahip olmalarının yanında ayrıca bu sinyallerin periyodik olmaması ve doğada bir nevi gürültü olarak görünmelerinden ötürü bu sistemlerin güvenli haberleşmede kullanılması düşünülebilir [7-10].

Bu çalışmada, kaos tabanlı bazı sayısal haberleşme uygulamalarının Matlab/Simulink ortamında gerçekleştirilmesi amaçlanmış ve bu amaçla simulink modelleri gerçekleştirilip doğrulukları alıcı tarafta bilginin tekrar elde edilmesi ile sınanmıştır.

2. Kaos Tabanlı Sayısal Haberleşme

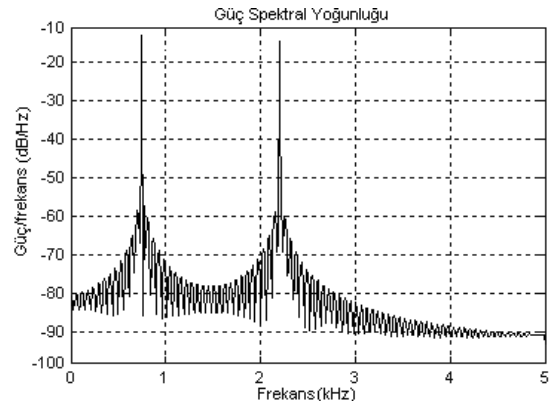
Kaos tabanlı haberleşme sistemlerinde ise gönderilecek olan sayısal bilgi, kaotik sinyal parçası ile temsil edilir. Kaotik sinyaller periyodik olmadığından dolayı bu haberleşme sistemlerinde aynı bilgi tekrar tekrar yollansa bile bu bilgiyi temsil eden kaotik sinyal hiçbir zaman aynı olmayacaktır. Alıcı tarafta hangi bilginin gönderildiği kaotik sinyalin bit enerjisine ya da gelen sinyalin farklı kısımları arasında ölçülmüş bağıntıya bakılarak hesaplanabilir [3]. Alıcı kısmındaki korelatör devresinde gelen kaotik dalganın bit enerji değeri hesaplanarak belli bir eşik seviyeye göre gönderilen sayısal bilgi tahmin edilebilir. Şekil

1’ de kaos tabanlı haberleşme sistemine ait genel bir şema gösterilmektedir.

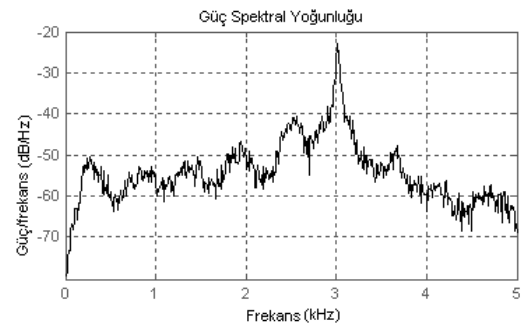


Şekil 1. Kaotik haberleşme blok şeması

Kaos tabanlı haberleşme sistemlerinde taşıyıcı olarak kullanılan kaotik sinyaller büyük bant genişliğine sahip ve düşük güç spektrum yoğunluklu sinyaller olmalarının yanında çok basit devreler ile herhangi bir frekans bandında elde edilebilir. Buna karşın darbant iletişim sinyalleri ise belirli bir frekansta yüksek güç yoğunluğuna sahiptir [3]. Periyodik olan sinüsoidal sinyalin frekans spektrumu Şekil 2(a)’ da, Chua devresinden elde edilen kaotik sinyalin frekans spektrumu ise Şekil 2(b)’ de verilmiştir.



(a)



(b)

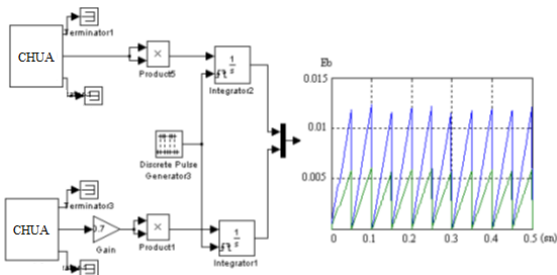
Şekil 2. Frekans spektrumu (a) Sinüs sinyali (b) Kaotik sinyal

Şekil 2’den görüldüğü gibi deterministik kaotik sistemlerden elde edilen sinyaller yüksek seviyede öngörülemez ve rastgele görünümlü bir yapıya sahiptir [11-12]. Ayrıca kaotik sistemler, başlangıç koşullarına ve kontrol parametrelerine karşı gösterdiği hassas duyarlılık ve farklı sistem parametreleriyle benzer davranış sergilemesi gibi çok önemli özelliklere sahiptirler ki bu karakteristik özellikler haberleşme ve kriptoloji alanlarında gerekli olan koşullardır [13-15].

3. Kaos-Tabanlı Sayısal Modülasyon Teknikleri

3.1. KGKA Modülasyon Tekniği

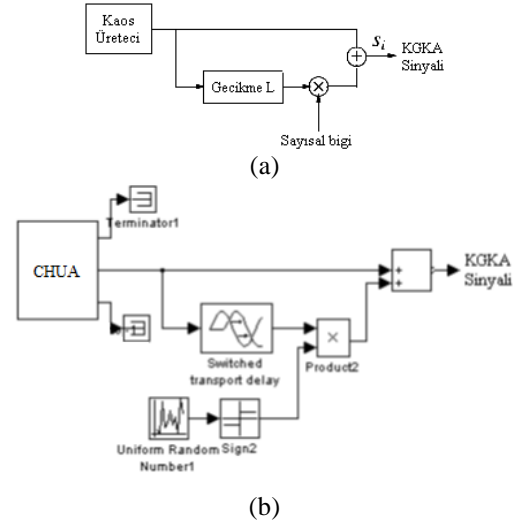
Kaos kaydırmalı anahtarlama tekniğinde sayısal bilgi göndermek için farklı birim enerjilere sahip iki kaotik taşıyıcı kullanılmaktadır. Bu iki kaotik taşıyıcı, aynı sistemin farklı parametre değerlerine sahip iki kaotik sistem tarafından elde edilmiş olup, sırasıyla bilgi sinyalinin sayısal “1” ve “-1” ile kodlanmış halidir. Kaotik sinyaller periyodik olmadıklarından dolayı bit başına düşen enerji sabit olmamakla beraber sadece alıcı tarafa korelatör devresinde tahmin edilebilir. Şekil 3’de, Simulink ortamında modellenmiş farklı parametrelere sahip Chu devresinden elde edilen kaotik taşıyıcıların 20 örnek/sn durumundaki bit enerji değerlerine karşılık gelen korelatör çıkışı gösterilmiştir.



Şekil 3. Farklı bit enerji değerlerine sahip kaotik taşıyıcılar

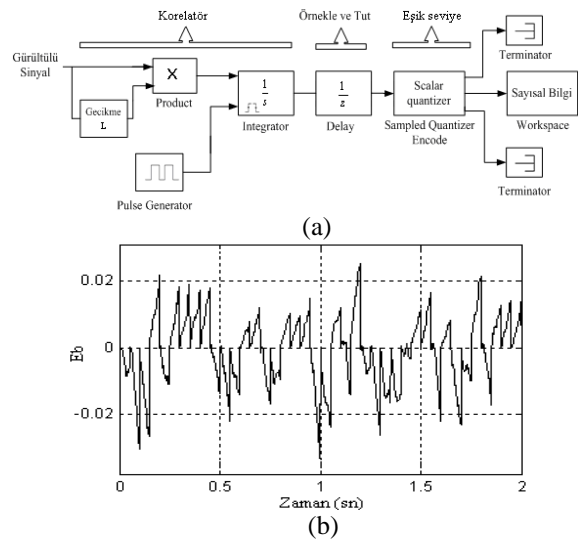
Grafik sonucundan görüldüğü gibi bit “1” ve “-1” karşılık gelen enerji değerleri farklıdır ve bu değerler belli bir eşik seviyeden geçirilerek gönderilen sayısal bilgi tekrar elde edilebilir. KGKA tekniğinde ise iletilen sinyal, kaotik serilerin ve geciktirilmiş aynı serinin bilgi

sinyaliyle $b = \pm 1$ çarpılıp toplanmasına ilişkin bir yöntemdir. KGKA verici devresinde anahtar yerine bir toplayıcı kullanılmasından dolayı gönderilen sinyal hiçbir zaman tekrarlanmaz. KGKA verici devresinin blok şeması Şekil 4(a)’da; Simulink modeli ise Şekil 4(b)’de gösterilmiştir.



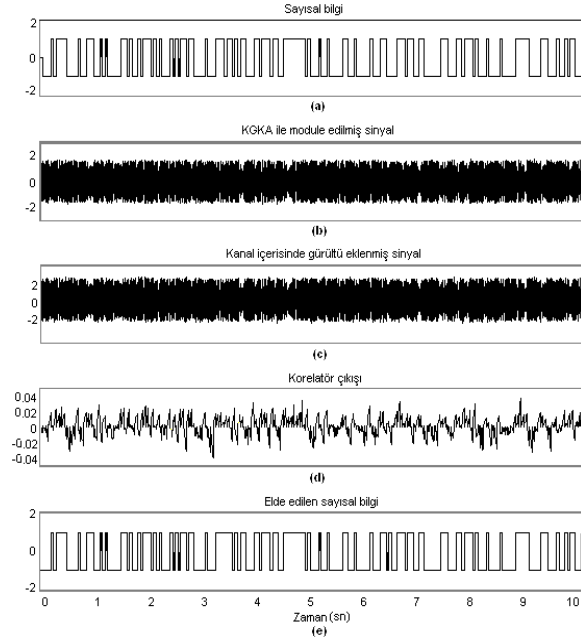
Şekil 4. KGKA modülör (a) Blok şema (b) Simulink modeli

Kaos tabanlı demodülasyon işlemi için kaotik taşıyıcının alıcı tarafta yeniden üretilmesinin gerektirmeyen evreyumsuz devre yapıları kullanılabilir. Burada dikkate alınan en önemli nokta her bir sayısal bilgiyi temsil eden kaotik sinyalin bit enerji değerinin hesaplanarak iletilen bilginin yorumlanmasıdır.



Şekil 5. KGKA demodülör (a) Simulink modeli (b) Korelatör çıkışı

Şekil 5(a)' da, KGKA evreyuysuz demodülasyon yapısının Simulink modeli, Şekil 5(b)' de ise bu tekniğin korelatör çıkışı ise gösterilmektedir.

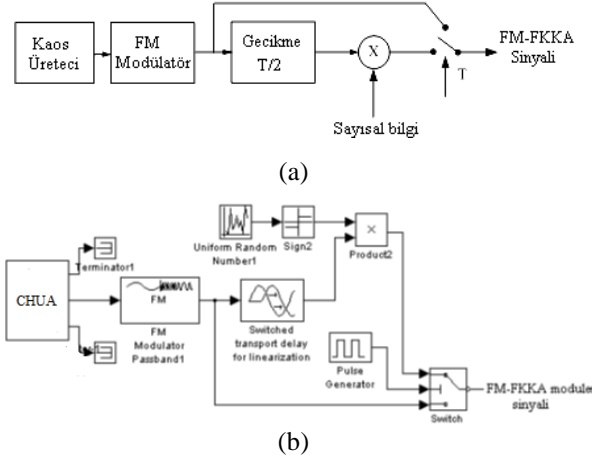


Şekil 6. (a) Gönderilen bilgi sinyali (b) KGKA ile modüle edilmiş sinyal (c) Kanal üzerinden İletilen gürültülü sinyal (d) Korelatör çıkışı e) Elde edilen bilgi

Korelatör çıkışından da görülebildiği gibi alıcı tarafta bit enerji değerleri gönderilen sayısal bilgiler için farklı olup, eşik seviye 0 olduğunda iletilen bilginin ayırt edilmesi mümkün olmaktadır. KGKA tekniğinin Simulink modelinin benzetimi sonunda elde edilmiş sonuçlar Şekil 6' da verilmiştir.

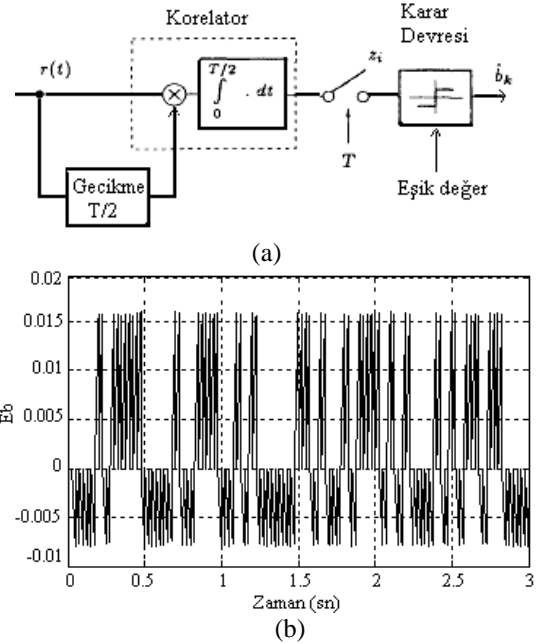
3.2. FM-FKKA Modülasyon Tekniği

FM-FKKA modülasyon tekniğinde, kaotik üreteç devresinden elde edilen kaotik sinyal ayrı bir FM modülatörün girdisi olur ve bilgi iletmeye taşıyıcı olarak modüle olan bu sinyal kullanılır. Sonuçta burada farklı iki modülasyon gerçekleştirilir. FM-FKKA modülatör devre yapısı ve Simulink modeli sırasıyla Şekil 7(a) ve Şekil 7(b)' de verilmiştir.



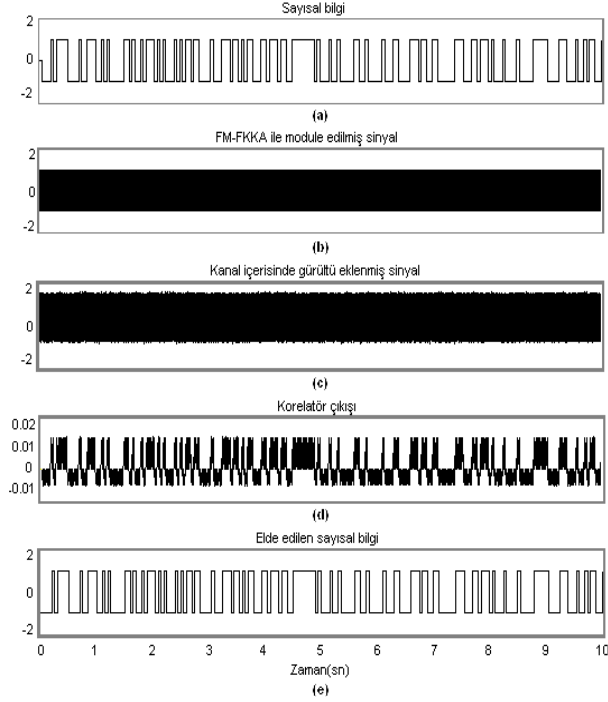
Şekil 7. FM-FKKA modülator (a) Blok şeması (b) Simulink modeli

Farksal kaos kaydırmalı anahtarlama tekniğine bir FM modülator ilave edilmesiyle geniş bantlı ve sabit bit enerjili kaotik bir sinyalin elde edilmesi mümkündür [16]. FM-FKKA modeli ile hem bit enerjisi sabit olarak korunur hem de FKKA ya göre daha üst seviyede gürültü performansı elde edilir. Yapı itibariyle gönderilen sayısal bilgi "1" ise modüle olmuş art arda benzer iki kaotik dalga gönderilir; iletilecek bilgi "-1" ise modüle olmuş kaotik dalganın ardından geciktirilmiş tersi gönderilir. Alıcı devresi Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. FM-FKKA demodülator (a) Blok şeması (b) Korelatör çıkışı

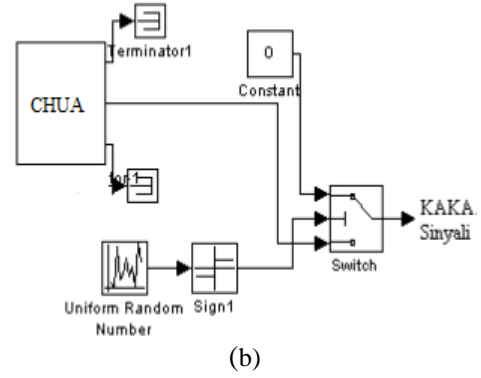
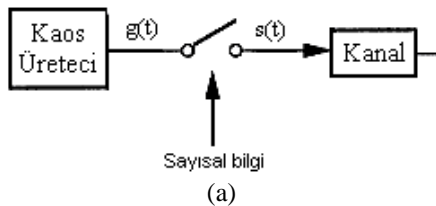
FM-FKKA tekniğindeki korelatör çıkışından görülebileceği gibi sayısal bilgiyi temsil eden kaotik taşıyıcıların bit enerji değerleri sabittir. FM-FKKA modelinin benzetimi sonunda elde edilmiş sonuçlar Şekil 9’ da verilmiştir.



Şekil 9. (a) Gönderilen bilgi sinyali (b) FM-FKKA ile modüle edilmiş sinyal (c) Kanal üzerinden gürültüyle iletilen sinyal (d) Korelatör çıkışı (e) Elde edilen bilgi

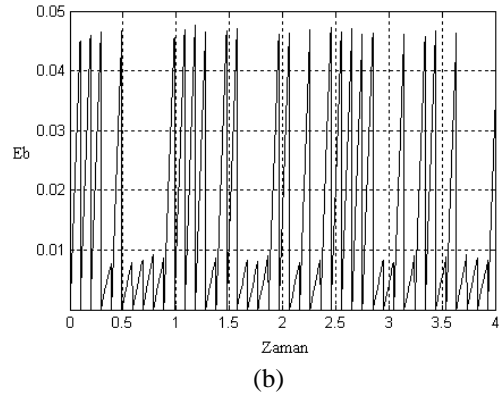
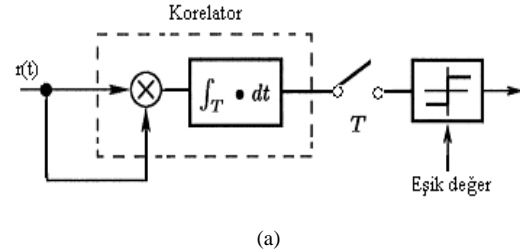
3.3. KAKA Modülasyon Tekniği

KAKA tekniğinde tek bir kaotik taşıyıcı, $g(t)$ üreten bir kaos üretici bulunur. Dolayısıyla, gönderilen “1” bilgisini belirli bir bit enerji değeri temsil ederken, “-1” bilgisi için bir şey gönderilmez. KAKA daha basit bir tanımla, kaotik sinyal üreticinin açık veya kapalı olmasıyla ilgili basit bir modülasyon tekniğidir. KAKA modülatör devre yapısı ve Simulink modeli sırasıyla Şekil 10(a) ve Şekil 10(b)’ de verilmiştir.



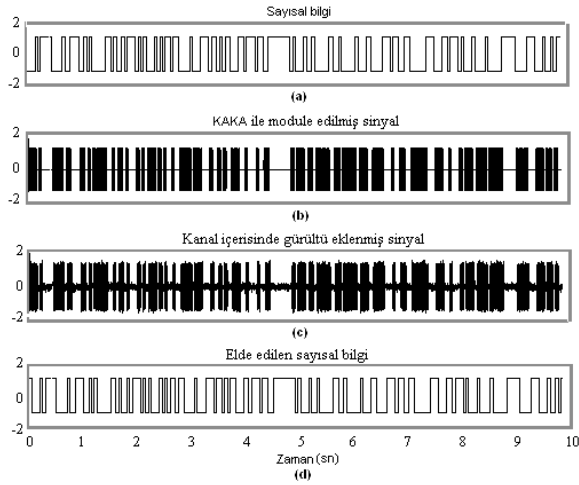
Şekil 10. KAKA modülatör (a) Blok şeması (b) Simulink modeli

KAKA tekniğine ait demodülasyon işlemi için evreyumsuz algılayıcı devresi kullanılabilir. Ayrıca burada senkronizasyona gerek yoktur ve bu durum vericinin daha düşük seviyede enerji harcamasını sağlar [17]. Ancak alıcı tarafta karar devresi için gerekli olan eşik değer seviyesinin kanal gürültüsüne bağlı olması, bu tekniğin olumsuz tarafı olarak kabul edilebilir. Şekil 11(a) ve Şekil 11(b) sırasıyla KAKA tekniğine ait alıcı devreyi ve korelatör çıkışını göstermektedir.



Şekil 11. KAKA demodülatörü (a) Blok şeması (b) Korelatör çıkışı

KAKA modelinin benzetimi sonunda, gönderilen bilgi sinyaliyle ilgili grafiksel sonuçlar Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. (a) Gönderilen bilgi sinyali (b) KAKA ile modüle edilmiş sinyal (c) Kanal üzerinden iletilen gürültülü sinyal (d) Elde edilen bilgi

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, kaos tabanlı modülasyon tekniklerinden KGKA, FM-FKKA ve KAKA yapıları incelenmiş bu tekniklerin MATLAB/Simulink ortamında modellenmesi ele alınmıştır. Simulink ortamında gerçekleştirilen benzetim sonuçlarına göre bilgi iletiminde kullanılan sayısal modülasyon tekniklerinin yeterli performansı sağlayabildikleri görülmüş ve alıcı tarafta iletilen sayısal bilginin sağlıklı bir şekilde elde edilebildiği gözlemlenmiştir. Sistemlerin farklı kanal gürültüsü altındaki başarılı performansı için gerekli olan koşulun, kaotik örnekleme fonksiyonlarının sabit bit enerjisine sahip olması ve alıcıda uygun eşik seviyenin seçilmesi olduğu görülmektedir.

5. Kaynakça

1. Kis, G., Jako, Z., Kennedy, M., P., Kolumban, G., (1998). Chaotic communication without synchronization, 6th IEE Conference Telecommunications, 451,49-53.
2. Jako, Z., (2003), Performance Improvement of Differential Chaos Shift Keying Modulation Scheme, Phd Thesis, Department of Measurement and Information Systems Budapest University of Technology and Economics, Hungary.
3. Kennedy, M., P., & Kolumban, G., (1998). Digital communications using chaos, Signal Processing 80,1307-1320.
4. Riaz, A., and Ali, M., (2008). Chaotic Communications, their applications and advantages

over traditional methods of communication, IEEE 6th International Symposium Communication Systems, Networks and Digital Signal Processing, 21-24.

5. Farah, B., A., M., Kachouri, A., and Samet, M. (2006). Design of secure digital communication systems using DCSK chaotic modulation, IEEE International Conference on Design and Test of Integrated Systems in Nanoscale Technology, DTIS, 200-204.
6. Corron, N., J., & Hahs, D., W., (1997). A new approach to communications using chaotic signals, IEEE Transactions on Circuits and Systems-I, 44(5), 373-383.
7. Rodrigo T. F., and Marcio E., (2016). A digital bandlimited chaos-based communication system, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 37, 374-385.
8. Eisenkraft, M., *et. al.* (2012). Chaos-based communication systems in non-ideal channels, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 17, 4707-4718.
9. Ashraf A. Z., and A. Abu-Rezq, (2011). On the design of chaos-based secure communication systems, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 16, 3721-3737.
10. Wang, B., Zhong, S.M., and Dong, X.C., (2016). On the novel chaotic secure communication scheme design, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 39, 108-117.
11. Larson, L., E., Liu, J., Tsimring, L., S., (2006). Digital communication using chaos and nonlinear dynamics, Springer.
12. Carroll, L., (2017). Chaos for low probability of detection communications, Chaos Solitons and Fractals, 103, 238-245.
13. Oğraş, H., Türk M., (2016). A robust chaos-based image cryptosystem with an improved key generator and plain image sensitivity mechanism, Journal of Information Security, 8, 23-41.
14. Oğraş, H., Türk M., (2017). FPGA implementation of a chaotic quadratic map for cryptographic applications, 12(2), 113-119.
15. Oğraş, H., Türk M., (2011). Classification of chaos-based digital modulation techniques using wavelet neural networks and performance comparison of wavelet families, 38, 2557-2565.
16. Kolumban, G., Kennedy, M., P., Jako, Z., & Kis, G., (2002). Chaotic Communications with Correlator receivers: Theory and Performance limits, Proceedings of the IEEE, 90(5), 711-731
17. Lee, K., Kyeong, S., Kim, J., Kim, Y., and Park, H., (2006). The chaotic on-off keying with guard interval for ultra-wideband communication, IEEE Asia Pacific Wireless Communications Symposium.

Yer Radarı (GPR)Yöntemi ile Burdur Bej Mermer Ocağında Blok Verimliliği Değerlendirmesi

Kerim KÜÇÜK*¹, Turgay ONARGAN¹

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir

* kerim.kucuk@deu.edu.tr

(Geliş/Received: 13.10.2017; Kabul/Accepted: 07.01.2018)

Özet

Bu çalışmada, Burdur ili Merkez ilçesi Hacılar köyü yakınında bulunan özel bir firmaya ait bej mermer sahasında blok verimliliğine yönelik saha çalışmaları yapılmıştır. Litolojik birimlerin derinliğe bağlı kalınlık, litolojik homojenite ve diğer mühendislik jeolojisi ile ilgili değişimleri belirleyebilmek için yer radarı (Ground Penetrating Radar, GPR) kullanılmış ve 25-30 metre derinliğe kadar elde edilen kesit görüntüleri değerlendirilerek sahadaki mevcut süreksizliklere bağlı olarak çalışma alanı blok verimi açısından bölgelere ayrılmıştır. Ayrıca üretim basamaklarında süreksizlik ölçümleri yapılmış, elde edilen veriler ışığında söz konusu sahadan alınabilecek minimum, maksimum blok boyutları, mermer tabakasının çatlaklılık durumu, blok verimi gibi saha özellikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yer Radarı, Blok Boyutu, Süreksizlik, Mermer, Blok Verimliliği

Evaluation of Block Efficiency in Burdur Beige Marble Quarry by Ground Penetrating Radar (GPR) Method

Abstract

In this study, field studies were carried out for the block efficiency of beige marble (1/25000 – M24d4) in a private company located near the village of Hacılar in the central district of Burdur province. Ground Penetration Radar (GPR) was used to determine the depth dependent thickness, lithological homogeneity and other engineering geology variations of the lithological units and the cross-sectional images obtained up to 25-30 meters depth were evaluated and the study area was divided into separated zones. In addition, discontinuity measurements were made on the production steps, and the field characteristics such as minimum-maximum block sizes, cracking status of marble layer, block yield were determined by the obtained data.

Keywords : GPR, Block Dimension, Discontinuity, Marble, Block Efficiency

1. Giriş

Mermer işletmeciliğinde üretime başlanılmadan önce, sahada mevcut jeolojik birimlerin kalınlıklarının, kırıklı çatlaklı alanların ve sağlam yapıdaki bölgelerin belirlenmesi blok verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Günümüzde gelişen teknolojiye bağlı olarak, mermer sahalarında yapılacak bilimsel çalışmalar ile üretime başlamadan önce ve üretim sırasında mermer kütleindeki kırıklı çatlaklı bölgelerin belirlenmesi, daha masif yapıdaki alanların tespiti ve bu sayede işletmelerdeki üretim verimliliğinin artırılması mümkün olmaktadır. Bu nedenle mermer ocaklarında verimliliğin artırılması için

üretim öncesi teknik etütlerin yapılması oldukça önemlidir.

Blok üretimi yapılması planlanan mermer işletmelerinde en önemli parametre, mermer kütleinin ticari boyutta blok verebilme özelliğidir. Ülkemizde faaliyet gösteren mermer işletmelerinde blok verimliliği özellikle bej mermerlerde % 1-2 değerlerine kadar düşmektedir. Dolayısıyla, 100 m³ mermer üretilmesi durumunda ekonomik olarak 1-2 m³ mermer ticari olarak satılabilmekte olup, geriye kalan kısımlar artık olarak pasa alanına atılmaktadır.

Son yıllarda özellikle mermer sahalarında jeolojik birim kalınlığının belirlenmesi, kırık çatlak sistemlerinin belirlenmesine yönelik olarak

kullanılan yöntemlerden biri GPR yöntemidir. GPR yöntemi özellikle sığ derinliklerde yüksek çözünürlük sağladığından yeraltı jeolojisi ve heterojenliği hakkında detaylı bilgi vermektedir. GPR yönteminde yer içerisine yüksek frekanslı (10 MHz - 3 GHz) elektromanyetik dalga anten yardımıyla kısa zaman dilimleriyle gönderilmekte olup, bu radar sinyalinin yayılımı ortamın elektrik ve manyetik özelliklerine bağlı olmaktadır.

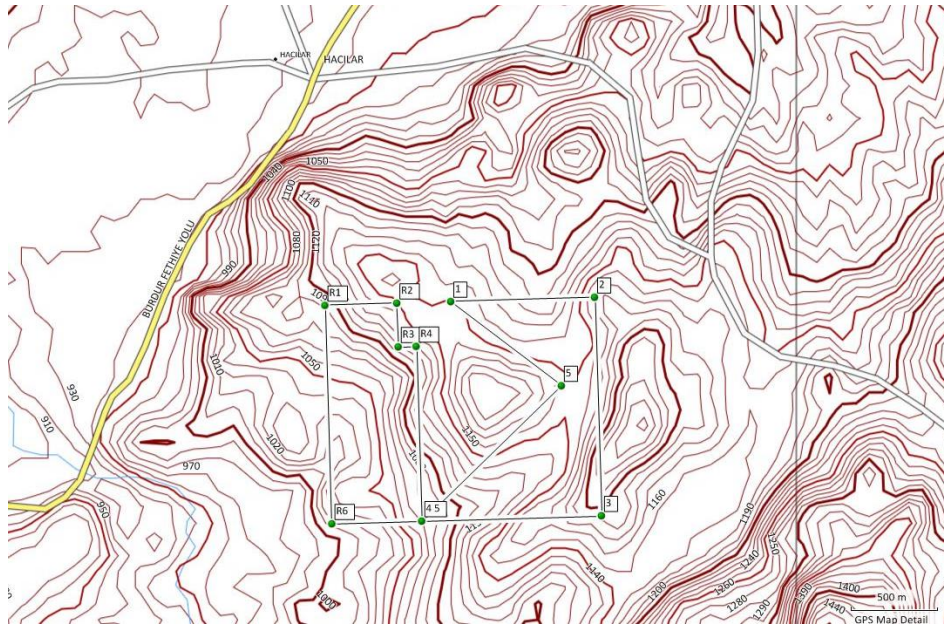
GPR yöntemi, başlıca yapısal araştırmalarda toprak stratigrafisinin ortaya çıkarılmasında [1], yüzeye yakın jeolojik birimlerin tespitinde [2], fay, kırık ve çatlakların haritalanmasında [3-11]), yeraltı karstik boşluklarının aranmasında [12], yeraltı su seviyesinin tespitinde [13], yüzeye yakın sıvı hidrokarbon aramalarında [14] kullanılmıştır. Bununla birlikte arkeolojik çalışmalarda tapınak, mezar, duvar, temel ve benzeri tarihi kalıntıların bulunmasında [15-18], metalik materyal arama çalışmalarında yeraltında gömülü boru, boru hattı, su veya akaryakıt tankı ve eski endüstriyel atık alanlarının tespitlerinde [19], zemin araştırmalarında, tünel araştırmalarında karayolu, demiryolu, su

tünelleri, tüp geçitler, maden galerileri içinde duvar cephelerinin sağlamlık tespitinde, galeri içinde bozunmuş zon ve cevher aramada, galeri ilerleme yönü tespitlerinde [20, 21] ve yeraltındaki insan kalıntılarını aramada [22] kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, GPR yönteminin yanı sıra mermer işletmesinde mevcut basamakların aynalarında hat etüdü yöntemi ile süreksizlik ölçümleri yapılmış, söz konusu mermer sahasındaki süreksizlik sistemlerinin özellikleri (yönelimleri, devamlılıkları, açıklıkları... vb.) belirlenerek elde edilen veriler GPR ölçüm sonuçları ile birlikte değerlendirilerek, çalışma alanı blok verimliliğine göre bölgelere ayrılmıştır.

2. Çalışma Alanı Lokasyonu

Burdur ili Merkez ilçesi Hacılar köyü yakınında bulunan mermer sahası Burdur il merkezine yaklaşık 25 km mesafededir (Şekil 1). Sahaya ulaşım, Hacılar köyünden sonra toprak yol vasıtasıyla sağlanmaktadır.

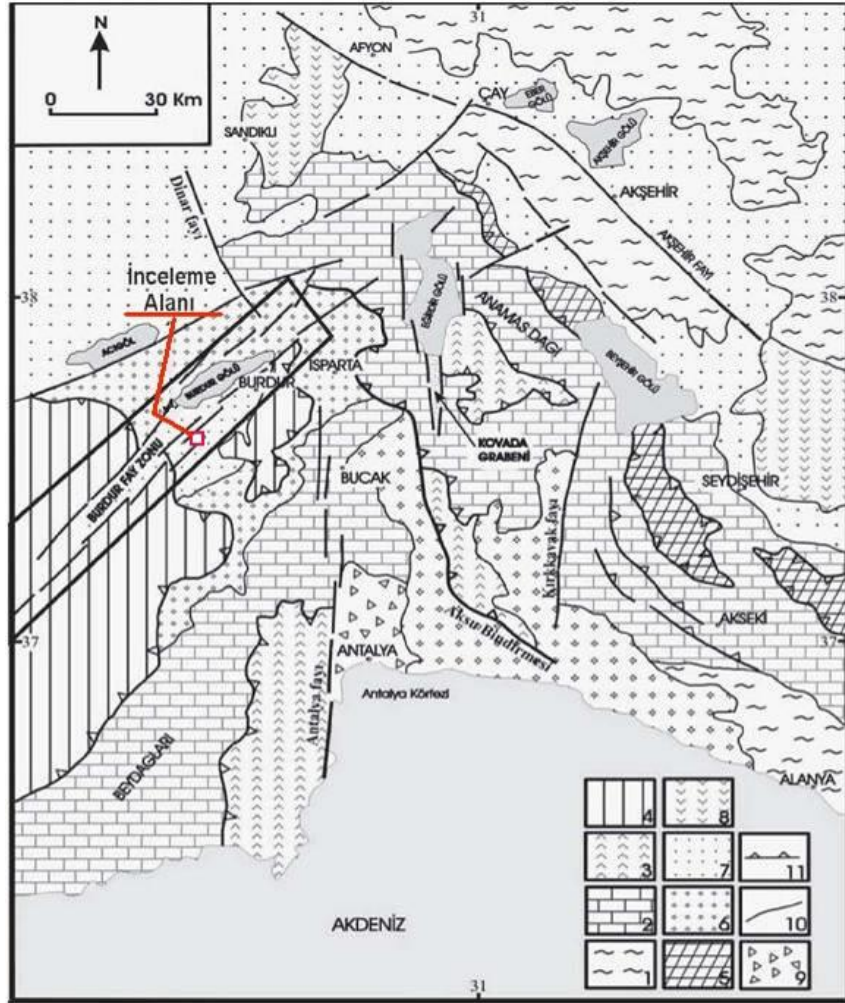


Şekil 1. Mermer Sahası Yer Bulduru Haritası (1/25000 M24-d4 Paftası)

2.1. Bölgenin jeolojik yapısı ve stratigrafisi

Bölgede altta, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı, allokton konumlu, "İç Toros Napı" bulunur. Bu ofiyolitler üzerine, Lütseyen yaşlı Gölbaşı Formasyonu uyumsuzlukla gelir. Pliyosen yaşlı Burdur Formasyonu da bu birimler üzerine

uyumsuz olarak gelir. Birbirleri ile uyumsuz olan, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Karaçal ve Yakaköy Formasyonları da diğerlerinin üzerine uyumsuz olarak gelir. En üstte Kuvaterner yaşlı alüvyon ve birikinti konileri yer alır (Şekil 2).



(1) Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar, (2) Mesozoyik yaşlı karbonat kayalar, (3) Antalya napları, (4) Likya napları, (5) Beyşehir-Hoyran napları, (6) Denizel Tersiyer tortulları, (7) Karasal neojen tortulları, (8) Neojen volkanitleri, (9) Antalya travertenleri (10) Normal faylar, (11) Bindirme fayları.

Şekil 2. İnceleme alanı genel jeoloji haritası [24]

Burdur ve civarı, "İç Toros Napı" olarak adlandırılan birimin yöreye yerleşimi sırasında sıkışma tektoniği ve Pliyosen sonrasında başlayan çekme tektoniği etkisi altında kalmış ve değişik yönlü çekim faylarıyla kesilmiştir [23]. Çalışma alanında altta, Üst Paleosen-Alt Eosen yaşlı, allokton konumlu, "İç Toros Napı" bulunmaktadır. Bu ofiyolitler üzerine, Lütesyen yaşlı Gölbası Formasyonu uyumsuzlukla gelmiştir (Şekil 3). Şekil 3'ten görüleceği üzere, inceleme alanı ve çevresi KD-GB doğrultulu fay sistemlerinin hâkim olduğu Burdur Fay Zonu içerisinde yer almaktadır.

İç Toros Napı birimini oluşturan Hacılar Kireçtaşı Blokları, masif görümlü, kristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Allokton konumlu olan bu blokların, içinde yer aldıkları ofiyolitik

kayaçlarla olan dokanağı tektoniktir. Göller Yöresinde yer alan Burdur Havzası'nın oluşumunda tektonik hareketlerin büyük etkisi olmuştur. Havza kuzeydoğu-güneybatı yönlü fay hatlarıyla sınırlandırılmıştır.

Mermer sahasında ve çevresinde yapılan gözlemlerde, sahanın genelini açık bej renkli mermerlerin oluşturduğu tespit edilmiştir. Sahanın geneline bakıldığında, çoğunlukla bodur çalılıklarla kaplı olan bölgede yer yer büyük kafalar şeklinde bej mermer mostraları görülmektedir (Şekil 4).

3. GPR Yöntemi

Yer radarı sistemi, bir verici (transmitter), bir alıcı (receiver) antenler ve bir kontrol ünitesinden

oluşmaktadır. Sistemin çalışması, yere verici tarafından gönderilen elektromanyetik sinyalin yer içindeki süreksizliklerden yansıyarak alıcı tarafından algılandıktan sonra kontrol ünitesinde amplitüd titreşimi olarak kayıt edilmesine dayanmaktadır.

ÜST SİSTEM SİSTEM SERİ FORMASYON DİYE KALINLIK (m)	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR				
			KUVATLARI	KUVATLARI	KUVATLARI	KUVATLARI
U. PALEOGENA. EÖSEN						
İÇ TOROS MAFİ						
LÜTESİYEN						
GÖLEBAŞI KARABURUN						
PLİYOSEN						
BURDUR AKDERE						
P. KUVATLARI						
KARACAÇAL						
KUVATLARI						
YAKAÇAY						
ALÜVİYON						
300						
200						
300						
1000						
600						

Şekil 3. İnceleme alanını temsil eden stratigrafik kesit (MTA Orta Anadolu II. Bölge Müd.)

Elektromanyetik dalgalar ortamın kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre yayınırlar. Buna göre elektromanyetik dalgaların hızları, içinde yayıldıkları ortamın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Herhangi bir atom içinde yayılan radyo dalgalarının hızları, ışığın boşluktaki hızına ($c=0.3$ m/ns), göreceli dielektrik sabitesine (ϵ_r) ve göreceli manyetik geçirgenliğe bağlıdır.

Penetrasyon derinliği ve radar sinyalinin çözünürlük gücü iletilen dalgaın frekansına bağlı olmaktadır. Kullanılan frekans hem penetrasyon derinliğini hem de çözünürlüğü etkilemektedir.



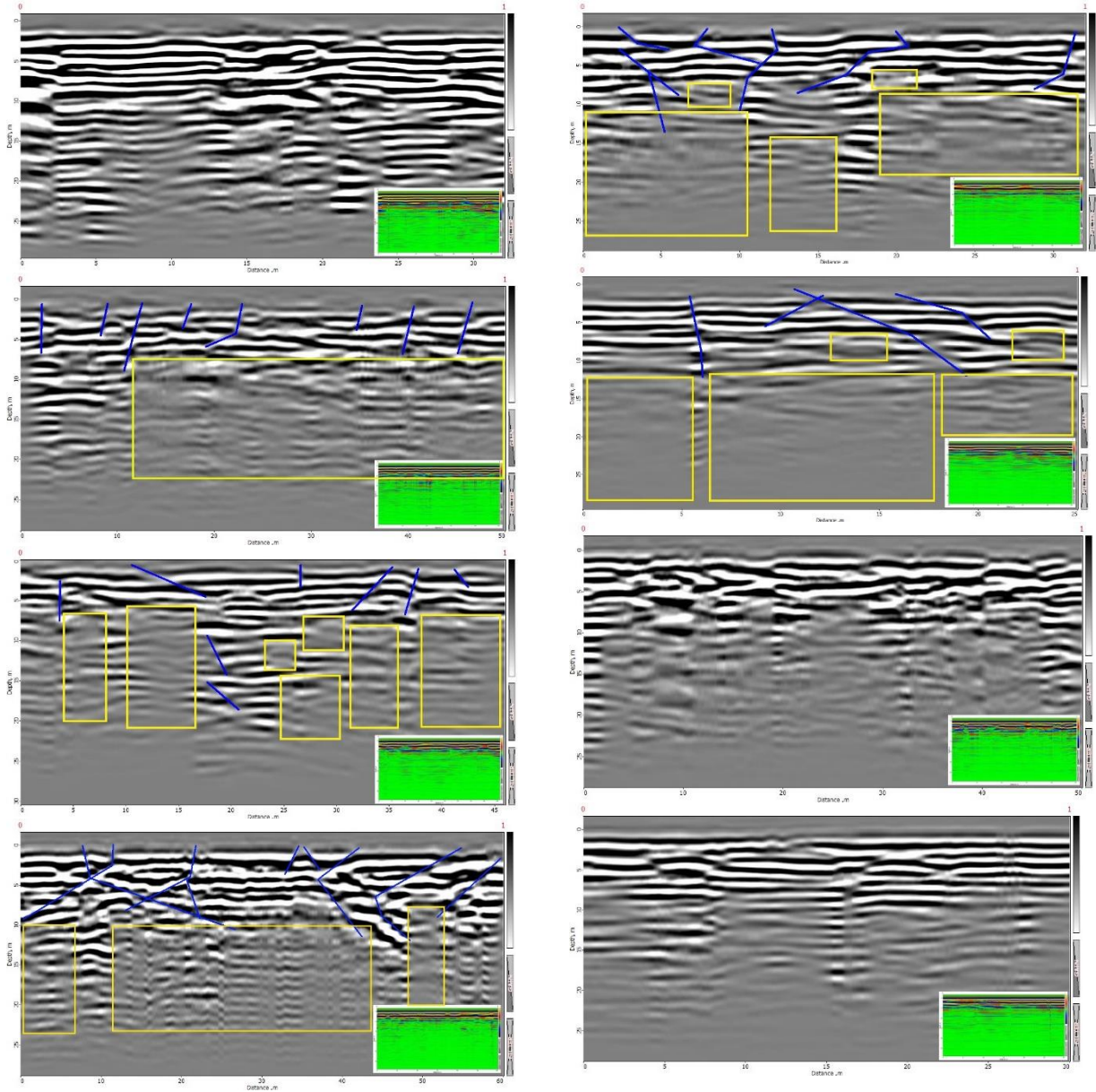
Şekil 4. Sahada yaygın olarak görülen bej mermer mostraları ve hakim bitki örtüsü

Araştırma derinliği ve çözünürlük iletilen frekansın dışında araştırılan ortamdaki malzemenin dielektrik özelliklerine de bağlıdır. Genellikle ortamın düşük kayıplı ortam olması istenir. Kum ve granit gibi düşük iletkenlikli ortamlarda yer radarı dalgaları derinlere ulaşabilirken, kil, şeyl gibi iletken ortamlar iletilen sinyalin penetrasyon derinliğinin azalmasına ve soğurulmasına neden olmaktadır

4. GPR ve Süreksizlik Ölçümleri

4.1. GPR ölçüm çalışmaları

GPR çalışmalarında, sahada belirlenen kesitlerde GPR ile yaklaşık 25-30 metre derinliğe kadar görüntüler alınmıştır. Zond 12e marka GPR ile 38 mHz anten kullanılarak maksimum 50 m uzunlukta hatlar belirlenmiştir (Şekil 5). Bu belirlenen hatlar üzerinde yerden yaklaşık 25-30 cm yukarıdan tutulan antenle hat üzerinde yürüyerek, kontrol ünitesine monteli bilgisayarda eş zamanlı görüntüler elde edilmiştir.



Şekil 6. GPR ölçümlerinden elde edilen görüntüler

Yapılan süreksizlik ölçümlerinden elde edilen ortalama değerler aşağıdaki gibidir.

Süreksizlik Aralığı : 1,35 m

Süreksizliklerin Açıklığı : 3,63 cm

Süreksizliklerin Devamlılığı : 12,24 m

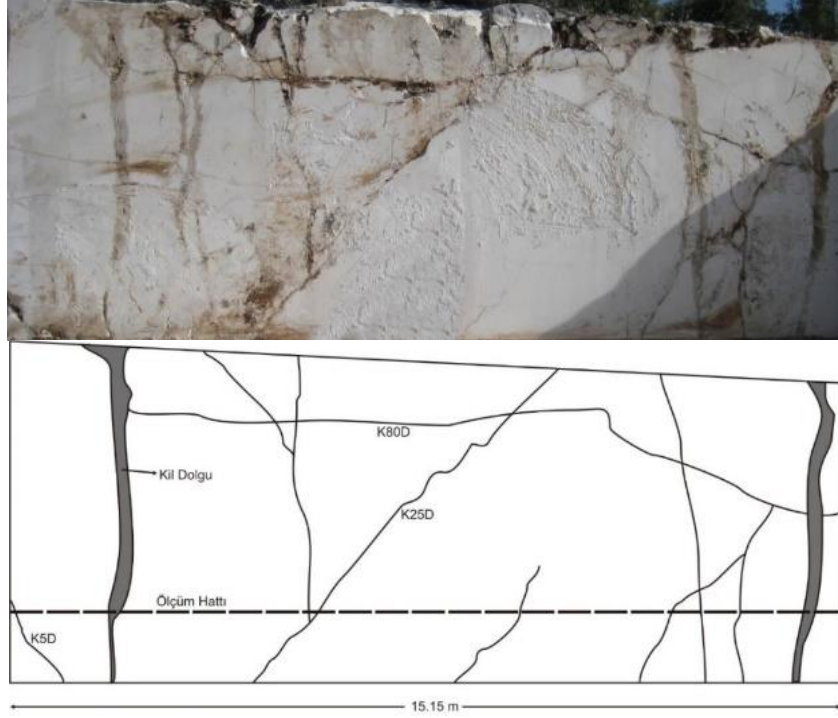
Çalışma alanındaki çatlak sistemlerini belirlemeye yönelik yapılan etütlerde, birbirini kesen 3 çatlak sisteminin var olduğu ve bu çatlak sistemlerinin doğrultularının da KD-GB doğrultulu uzandığı belirlenmiştir.

Sahada mevcut çatlak sistemlerinin doğrultu ve eğim açıları ölçülmüş, buna bağlı olarak gül diyagramı çizilmiştir. Çatlak sistemlerinin doğrultu ve eğimleri göz önüne alındığında,

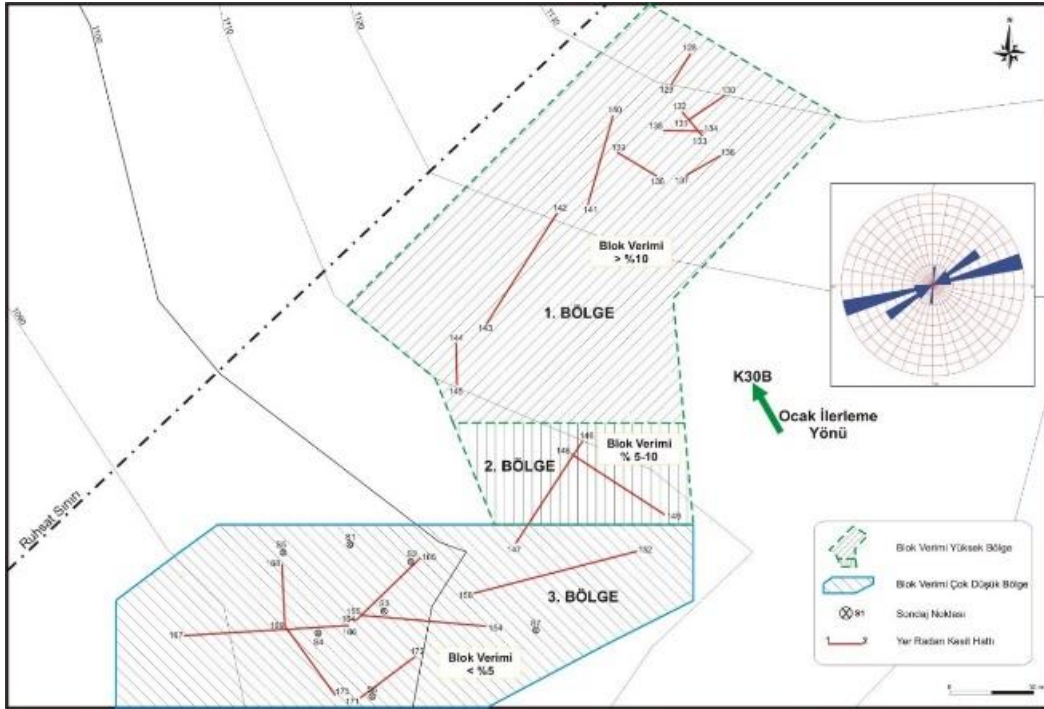
açılması düşünülen işletmenin yönünün K30oB olarak belirlenerek kademelerin bu doğrultuda ilerletilmesinin üretim verimliği açısından faydalı olacağı düşünülmektedir (Şekil 8)

5. Sonuçlar

Yapılan saha çalışmaları ve değerlendirmeler sonucunda, ruhsat sahasında yaklaşık 4 hektarlık alanda alınan 18 adet GPR görüntüsü, veri işlem ve filtreleme aşamalarından geçirilerek değerlendirilmiş ve blok verimine göre inceleme alanı 3 bölgeye ayrılmıştır.



Şekil 7. Süreksizlik ölçümü yapılan aynada süreksizliklerin durumu



Şekil 8. Blok verimine göre inceleme alanında belirlenen bölgeler ve işletme yönü

Birinci bölgede, yaklaşık 30 metre derinliğe kadar alınan radar görüntülerinin tamamında bej mermer yapısı devam etmekte olup, sahada gelişmiş birincil çatlak sistemleri, yer yer bunları kesen ikincil ve üçüncül çatlaklar görülmekte ve

yüzeyden ilk 5 metreden sonra yer yer sağlam blok verebilecek yapılar görülmektedir. Bu çatlak sistemlerinin çoğunluğu yüzeyden itibaren 5 metre derinliğe kadar olan kısımda daha sık görülmektedir. Birinci bölgede bulunan mermer

yapısı diğer bölgelere göre daha masif ve blok verimi daha yüksek özellik göstermektedir.

İkinci bölgede 30 metre derinliğe kadar alınan radar görüntülerinde, mermer biriminin birinci bölgeye göre biraz daha kırıklı ve blok verimi daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Üçüncü bölgede ise, mermerin yapısı yaklaşık 7 metreden sonra iyice bozulmakta olup, killi seviyeler görülmektedir. Saha yapısı olarak mermer tabakası dereye doğru kıvrılmakta ve bu bölgede çatlak sistemleri bol miktarda görülmektedir. Bunlara bağlı olarak bu bölgeden ticari boyutta blok alımı mümkün görülmemektedir. Radar görüntülerinin değerlendirilmesinde, 7 metreden sonra bozunmuş ve killi kısımlar üçüncü bölgenin tamamında karşılaşılabilecek sorunlardır. Ocak açılması durumunda bu bölgelerden kaçılması, bu bölgelerin pasa döküm sahası olarak düşünülmesi daha uygun olacaktır.

İşletmenin aynalarında yapılan süreksizlik ölçümleri sonucunda, ortalama çatlak aralığı 1,35 m, ortalama süreksizliklerin açıklığı 3,63 cm, ortalama süreksizliklerin devamlılığı 12,24 m olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerlere göre, sahadan blok verimliliğine yönelik mevcut çatlak aralıkları yakın aralıklı (çok kırıklı) ile orta derece aralıklı (kırıklı); yüksek devamlılık arz eden çatlaklar olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bütün saha çalışmaları ve hesaplamalar sonucunda, 1. bölgeden alınabilecek blok verimi % 10 ve üzeri, 2. bölgeden alınabilecek blok verimi % 5-10 arasında, 3. bölgeden alınabilecek blok verimi ise % 5'in altında olacağı tahmin edilmektedir. 1 ve 2 nolu bölgelerden alınabilecek ticari boyutta blok hacimlerinin 1,20 m³ – 7,90 m³ arasında değişeceği yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir.

Sahadaki mevcut çatlak ve çatlak sistemleri göz önüne alındığında işletme yönünün K30°B yönünde seçilmesi blok verimi açısından uygun olacaktır.

6. Kaynaklar

1. Davis, J.L., and Annan, A.P. (1989). Ground-penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy, *Geophysical Prospecting*, 37, 531-551.
2. Kadioğlu, S., Aldaş, G. U., Karpuz, C., Düzgün, Ş. B. ve Kadioğlu, Y.K. (2005). “Taş Ocağı Seçiminde Mühendislik Disiplininin Önemi: Gölbaşı

Andezitlerinde Bir Uygulama”, *Madencilik*, ISSN:0024-9416, Cilt 44, Sayı 3, 25-33.

3. Grasmueck, M. (1996). 3-D ground penetrating radar applied to fracture imaging in gneiss, *Geophysics*, Vol. 61, No.4, 1050-1064.
4. Grasmueck, M., Weger, R., and Horstmeyer, H. (2005). Full-resolution 3D GPR imaging. *Geophysics*, Vol. 70, No.1, K12-K19.
5. Grandjean, G., and Gourry, J.C. (1999). GPR data processing for 3D fracturemapping in a marble quarry (Thassos, Greece), *Journal of Applied Geophysics* 36, 19–30.
6. Orlando, L. (2002). Ground penetrating radar in massive rock: A case history. *European J. of Env. and Eng. Geophysics*, 7, 265-279.
7. Green, A., Gross, R., Holliger, K., Horstmeyer, H., and Baldwin, J. (2003). Results of 3-D georadar surveying and trenching the San Andreas fault near its northern landward limit, *Tectonophysics* 368,7–23.
8. Tsoflias, G.P., Gestel, J-P. V., Stoffa, P.L., Blankenship, D.D., Sen, M. (2004). Vertical fracture detection by exploiting the polarization properties of ground-penetrating radar signals. *Geophysics*, Vol. 69, No. 3, P. 803-810.
9. Kadioğlu, S. ve Kadioğlu, Y. K. (2006). “Yer Radarı Yöntemi ile Bir Mermer Sahasındaki Kırıkların, Sağlam ve Bozuk Alanların Belirlenmesi”, *Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 21, Sayı 1-2, 127-135
10. Kadioğlu, S. (2008a). Photographing layer thicknesses and discontinuities in a marble quarry with 3D GPR visualisation, *Journal of Applied Geophysics* 64(3), 109-114.
11. Koralay, T., Kadioğlu, S. and Kadioğlu, Y. K. (2007). A New Approximation in determination of zonation boundaries of ignimbrite by ground penetrating radar: Kayseri, Central Anatolia, Turkey, *Environmental Geology*, 52, No.7, 1387-1397.
12. Kadioğlu, S., Ulugergerli, E.U., and Daniels, J.J. (2006). 3D visualization to map cavities by GPR method: Dalaman Akkopru dam reservoir area, Mugla, Southwest Turkey. 11 th International Conference on Ground Penetrating Radar, June 19-22, 2006, ColumbusOhio, USA.
13. Aspiron, U., and Aigner, T. (1999). Towards realistic aquifer models: Three dimensional georadar surveys of Quaternary gravel deltas (Singen Basin, SW Germany), *Sedimentary Geology*, 129, 281-297.
14. Changryol, K., Daniels, J. J., Guy, E., Radzevicius, S. J., and Holt, J. (2000). Residual hydrocarbons in a water-saturated medium: A detection strategy using ground penetrating radar, *Environmental Geosciences*, 7, 4, 169-176.
15. Sambuelli, L., Socco, L.V., and Brecciaroli, L. (1999). Acquisition and processing of electric, magnetic and GPR data on a Roman site (Victimulae, Salussola, Biella). *J Appl Geophys* 41:189–204.

16. Daniels, J.J. (2000). Ground penetrating radar for imaging archeological objects in the subsurface, *Proceedings of the New Millennium International Forum on Consideration of Cultural Property*, Kongju, Korea, 247-265.
17. Kadioğlu, S. (2008b). “Transparent 3D Visualisation of Ground Penetrating Radar Method”, *18th International Geophysical Congress & Exhibition of Turkey*, MTA Cultural Center, Ankara-TURKEY, October, 14-17
18. Kadioğlu, S., Kadioğlu, Y. K., Kadioğlu, M. (2008). Determination of Buried Roman Roads in Nysa Ancient City with Ground Penetrating Radar Method, *18th International Geophysical Congress & Exhibition of Turkey*, MTA Cultural Center, Ankara, TURKEY
19. Kadioğlu, S. and Daniels, J. J. (2008). 3D visualization of integrated ground penetrating radar data and EM-61 data to determine buried objects and their characteristics, *Journal of Geophysics and Engineering*, No. 5, P.448-456.
20. Kadioğlu, S. ve Kadioğlu, Y. K. (2008). Hisarönü-Zonguldak İstasyonları Arasında Bulunan 55 Nolu Tüneldeki Kaplama Kalınlığının ve Stabilitasyon Durumunun Petrografi ve Yer radarı Yöntemi İle Araştırılması Projesi, Ankara Üniversitesi Ankara Devlet Demiryolu Varyantlar ve Yeni Yollar İnşaatları Grup Müdürlüğü, proje raporu.
21. Cardelli, E., Marrone, C., and Orlando, L. (2003). Evaluation of tunnel stability using integrated geophysical methods, *Journal of Applied Geophysics*, 52, 93-102.
22. Hammon III, W. S., McMechan, G. A., and Zeng, X., (2000). Forensic GPR: finite-difference simulations of responses from buried human remains. *Journal of Applied Geophysics*, V. 45, 171-186.
23. Kaya, Ş. (2015). Burdur Fayının Paleosismolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
24. Bozcu, M., Yağmurlu, F., Şentürk, M. (2007). Fethiye-Burdur Fay Zonunun Bazı Neotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri, *GB-Türkiye. Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, Sayı 66, 25-48

FIRAT ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ, FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
TURKISH JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (TJST)
YAZIM ESASLARI / GUIDE FOR AUTHORS
<http://www.firat.edu.tr>

Açıklama/Description

Fen ve Mühendislik Bilimleri alanlarında özgün araştırma makaleleri (orijinal bir araştırmayı bulgu ve sonuçlarıyla yansıtan, bilime ve teknolojiye katkı sağlayan çalışmalar) Türkçe dilde Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Fen Bilimleri Dergilerinde, İngilizce olarak da "Turkish Journal of Science and Technology" dergisinde (uluslararası danışma kurullu ve hakemli) yayımlanır. Yazıların telif hakkı devri (copyright), dergi internet sayfasında sunulan form doldurulup imzalanmak suretiyle editörlüğe sunulur. Her yazı, konusu ile ilgili **3 (üç)** hakeme gönderilerek şekil ve içerik bakımından inceletirilir. Hakem görüşlerinde belirtilen eksikler tamamlandıktan sonra dergide yayımlanabilecek nitelikteki makaleler, yazarlar tarafından son baskı formatında editöre iade edilir. Dergide baskı taslağı (draft) haliyle makale içinde bulunabilecek hataların sorumluluğu yazarlara aittir.

Yazışma Adresi/Corresponding adress: Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Editörlüğü, Fırat Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü 23119- Elazığ.
e-mail: fenbilim@firat.edu.tr
Tel: 0424 2122707, Fax: 0424 2369955

İLK SUNUŞ FORMATI/Submission of Manuscript

Metin; sayfanın tek yüzüne, bilgisayar ile Office 2000 veya daha üst bir yazı programı kullanılarak çift aralıklı, kenarlarda yeterli boşluk (25 mm) bırakılarak, Times New Roman karakteri ve 12 punto kullanılarak A4 (210x297mm) formunda beyaz kağıda yazılmalıdır. Eserler, kaynaklar ve şekiller dahil 15 sayfayı geçmemelidir (baskı formatında max. 10 sayfa). Şekil, grafik, resim ve formüller orijinal veya temiz ve net bir şekilde bilgisayardan baskıya hazır halde üretilmiş olmalıdır. İlk sunuş formatında, üst bilgi ve alt bilgi kısmına hiç bir şekilde yazı yazılmamalı yalnızca alt bilgi kısmında belgeye sayfa numarası verilmelidir. Belge içinde hiçbir şekilde otomatik numaralandırma kullanılmamalıdır. Yazılar, biri orijinal ikisi fotokopi olmak üzere 3 nüsha olarak word formatında sunulmalıdır. Her başvuru bir **kapak yazısı** (iletişimde bulunulacak yazar bilgileri belirtilerek) ile yapılmalıdır. Çalışma herhangi bir kurumun desteği ile gerçekleşmiş ise, çalışmayı destekleyen kurumun adı ilk sayfa altına dipnot şeklinde yazılmalıdır.

1. Eserin bölümleri/Divisions: Şu sıraya uygun olmalıdır: Başlık, Özet, Anahtar kelimeler, Title, Abstract, Keyword; 1. Giriş, 2. Materyal ve Metot, 3. Sonuçlar 4. Tartışma, 5. Teşekkür (Gerekliyse), 6. Kaynaklar (basılmamış esere atıf verilmemelidir).

2. Kapak Sayfası/First Page: Başlıklar çalışmayı ve çalışmanın amacını tanımlayıcı şekilde kısa ve açık olmalıdır. **(Türkçe Başlık Ortalı 12 Punto, İngilizce Başlık Ortalı 11 Punto Olarak Verdane Fontu ile Kalın (Bold) Kelimelerin ilk Harfleri Büyük Olarak Yazılmalıdır.** (Semboller ve kısaltmalar için küçük harfler kullanılabilir). Başlığın altına, eserin yazar ya da yazarlarının adı-soyadı ile posta ve sorumlu yazarın e-mail adresleri yazılmalıdır.

3. Özet/Abstract: Özet 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde Türkçe ve İngilizce yazılmalıdır. İngilizce özetin başına

eserin başlığı aynı dilden yazılmalıdır. Özetlerin sonunda anahtar kelimeler yer almalıdır.

4. Metin/Text: Genel olarak Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular ve Sonuca ilişkin kısımları kapsar. **Tüm başlıklar Bold, kelimelerin ilk harfleri büyük yazılmalıdır.**

5. Semboller/Symbols: Metin içinde kullanılan sembollerin tamamı bu başlık altında verilir. Gerekliğinde "Yunan Harfleri", "Alt İndis" gibi alt başlıklar kullanılabilir.

6. Kaynaklar/References: Metinde parantez içerisindeki [1], [2] vb. rakamlarla numaralandırılmalı (Örnek 1: Bölücek ve diğ. [1] tarafından, Örnek 2: Çakır ve Aşkın [5] Baskıl dolayları Örnek 3:taksonomide kullanılmaktadır [6, 8-12]) ve metin sonunda da eser içinde verilmiş numara ve sırasına göre yazılmalıdır.

Kaynaklarda literatürün verilmesi;

Makaleler

Örnek 1: Yang, C.M., Chang I.F., Lin, S.J. and Chou, C.H. (2004). Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: II. Stimulation of consumption-orientation. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, **45**: 119-125.

Örnek 2: Turan, M. (1996). Şiran (Gümüşhane) doğu yöresinin tektonik özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü *30. Yıl Sempozyumu, (16-20 Ekim 1995) Bildirileri*, S. Korkmaz ve M. Akçay (Editörler), Trabzon, 275-292.

Kitaplar

Örnek 3: Tatar, Y. (1995). Jeolojik Harita Bilgisi. Fırat Üniversitesi Yayınları, No: 43, Elazığ, 297s.

Kitaptan bir bölüm

Örnek 4: Sarıtaş, S., Davies, T.J. (1987). "Reduction of Oxide Inclusions During Pre-Forging Heat Treatments" in Powder Metallurgy for Full Density Products, New Perspectives in Powder Metallurgy, Cilt 8, (Ed) Kulkarni, K.M., Metal Powder Industries Federation, Princeton, NJ, A.B.D, 417-430.

Tezler

Örnek 5: Bilhan, Ö. (2005). Labirent savakların hidrolik karakteristiklerinin deneysel olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 64s.

7. Tablo ve Şekiller/Tables and Figures: Tablo içermeyen bütün görüntüler (fotoğraf, çizim, diyagram, grafik, harita vs.) şekil olarak isimlendirilmelidir. Her bir Tablo ve Şekil metin içindeki sıralanmasına göre numaralandırılmalıdır. Tablo başlıkları tablonun üstüne, şekil başlıkları şeklin altına konulmalıdır. Tablo başlıkları tablonun üst satırında tablo içerisine yerleştirilmelidir ve Tablo yazısının yerleştirildiği bu kısımdaki tablo çizgileri çıktıda görünmez yapılmalıdır. Şekillerde asla el yazısı kullanılmamalı ve Tablolardaki yazılar hiç bir zaman 8 puntodan küçük olmamalıdır.

YAYINA KABUL EDİLEN MAKALELERİN BASKI FORMATI

	Açıklama	Kontrol
Genel	Hakem değerlendirmesinden sonra yayına kabul edilen makaleler, yazarları tarafından baskı formatında yeniden düzenlenerek, 1 adet basılmış orijinal kopya ve bir cd ile editörlüğe gönderilir. Makalelerin basımı sırasında editörlüğün formatla ilgili uygulamaları dışında hiç bir dizgi işlemi yapılmayacaktır. Makaleler Office 2000 veya üstü ile yazılmalıdır. Metin, Times New Roman Türkçe karakteri ve tek satır aralığı kullanılmalıdır.	
Sayfa Yapısı ve düzeni	Makale başlığından Keywords' un sonuna kadar olan kısım tek sütun halinde düzenlenmelidir. Giriş'ten itibaren makale 7,68 cm genişliğindeki çift sütun halinde yerleştirilmelidir (sütunlar arası boşluk 0,64 cm). Sayfa düzenlemede, üst 35 , sol ve sağ 25 mm ve alt 30 nk olmalıdır. Üstbilgi ve altbilgi 2,5 cm olmalıdır. Üstbilgi, tek ve çift sayfalarda farklı ve ilk sayfada farklı seçenekleri işaretlenmelidir. Üstbilgiler 8 punto Times New Roman fontunda olmalıdır.	Lütfen sayfa yapısı ve düzenine dikkat ediniz.
Türkçe Başlık	Makale başlığı Verdana fontuyla 12 punto , sadece baş harfleri büyük olacak şekilde, ortalı ve koyu (bold) olarak yazılmalı ve Türkçe başlıktan önce ve sonra 18 nk (paragraf tan) bırakılmalıdır.	
Yazar Adları	Yazar adları Times New Roman fontu ile ortalı, koyu ve 11 punto olarak yazılmalıdır. Yazar adları ile adres arasında boşluk olmamalıdır.	
Adresler	Adresler Times New Roman fontu ile ortalı ve 10 punto olarak yazılmalı. Sadece sorumlu yazarın e-posta adresi, adres satırlarının alt kısmına yine aynı font ve punto ile yazılmalıdır. (Geliş/Received: ***.200* ; Kabul/Accepted: ***.200*) satırından önce 6 nk ve sonra 12 nk bırakılmalıdır. Adresin hemen alt satırında boşluk bırakmadan 10 punto ile e-posta adresi yazılmalıdır.	
Özet	Özet'ten sonra 6 nk boşluk bırakılmalıdır. "Özet" 10 punto , koyu olarak yazılmalı, baş harfi büyük ve ilk satırın başında yazılmalıdır. Özet metni 10 punto , tek paragraf olacak ve ilk satırda girinti yapılmayacak şekilde yazılmalıdır.	
Anahtar Kelimeler	Özet metninden sonra, 6 nk boşluk bırakıldıktan sonra 9 punto ile yazılmalı. En az 3 ve en çok 6 tane anahtar kelime baş harfleri büyük olacak şekilde yazılmalıdır. Anahtar kelimelerden sonra 12 nk boşluk olmalıdır.	
İngilizce Başlık	Sadece baş harfleri büyük, ortalı ve koyu olarak Verdana fontu ile 11 punto olarak yazılmalıdır. Keywords'den önce 6 nk bırakılmalıdır.	
Abstract	"İngilizce başlıktan sonra 6 nk boşluk bırakılmalıdır. "Abstract" 10 punto , koyu olarak yazılmalı, baş harfi büyük ve ilk satırın başında yazılmalıdır. Abstract metni 10 punto , tek paragraf olacak ve ilk satırda girinti yapılmayacak şekilde yazılmalıdır.	
Keywords	Abstract metninden sonra 6 nk boşluk bırakıldıktan sonra 9 punto ile yazılmalı. En az 3 ve en çok 6 tane anahtar kelime baş harfleri büyük olacak şekilde yazılmalıdır.	
Başlıklar	Başlıklar numaralandırılmalı, 1. derece başlıklarda tüm kelimelerin baş harfleri büyük, diğerlerinde ise sadece ilk kelimenin baş harfi büyük olmalı ve koyu olarak yazılmalıdır. Başlıklardan önce ve sonra bir boşluk bırakılmalı. Başlıklar sola dayalı olmalıdır.	
Metin	Metin, Keywords 'den sonra 12 nk boşluk bırakılarak tek satır aralıklı 11 punto ile yazılmalıdır. Paragraf girintisi 0.7 cm olmalı ve paragraflar arası boşluk bırakılmamalıdır.	Lütfen paragraf girintisine dikkat ediniz.
Tablo	Her bir Tablo ve Şekil metin içindeki sıralanmasına göre numaralandırılmalıdır. Tablo başlıkları Tablonun üst satırında Tablo içerisine yerleştirilmeli ve bu çizgiler görünmez yapılmalı, Tablo ile arasında boşluk bırakılmamalı ve 10 punto ile ortalı yazılmalıdır. " Tablo 1. " koyu yazılmalı, açıklaması sadece ilk kelimenin baş harfi büyük olmalı ve bold olmamalıdır. Tablo içerisindeki yazılar 9 punto olmalıdır. Eğer gerekirse 8 punto da olabilir.	
Şekiller	Şekillerin altına 10 punto ortalı olmalıdır. " Şekil 1. " koyu yazılmalıdır. Şekil açıklamasından sonra bir boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı koyu yazılmamalıdır.	
Kaynaklar	İlk sunum ile aynı olmalı ve 10 punto ile yazılmalıdır. Lütfen bir önceki sayfaya bakınız. Örnek: 1. Nurusawa, U. (1999). The second law analysis of mixed convection in rectangular duct. <i>Heat Mass Transfer</i> , 35 , 499-506.	Lütfen kaynakların yazım kurallarına dikkat ediniz.
<p>Not: Makale çift sütuna dönüştürüldüğünde; özellikle sayfa numaraları ve alt ve üstbilgi verildiği zaman makalede tablolar, şekiller vb. değişmekte, karışıklık olabilmektedir. Çift sütun olmayacak kısımların üst satır sonu Ekle →Kesme→Sürekli seçilerek ayarlanabilir. Bu işlemi Şekil ve Tablodan önceki satırın sonunda, Şekil ve Tablodan sonraki satırın başında da yapmak gerekir. Kesme işlemini Kaynaklar yazısından önceki cümlelerin sonuna ve Kaynakların sonuna da yapmak gerekmektedir. Dosya→Sayfa yapısı→Düzen'den altbilgi ve üstbilgi 2,5 cm seçilmeli, tek ve çift sayfalarda farklı ve ilk sayfada farklı seçenekleri işaretlenmelidir.</p> <p>Makale dizgisinin doğruluğunu kontrol için, Ekle'den sayfa numaraları vererek her sayfaya doğru olarak numara verilip verilmediği kontrol edilmelidir. Aynı şekilde Görünüm'den ilk sayfada, tek sayfalarda ve çift sayfalarda üstbilgi verip doğruluğu web sitemizdeki örnekte yazılanlar yazılarak kontrol edilmelidir.</p>		



Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi

Telif Hakkı Devir Formu / Copyright Form

Biz aşağıda gerekli bilgileri bulunan,

[Yazarların Adı / Author names]

.....tarafımızdan yazılmış,

[Makale Adı / Article title]

.....

başlıklı makale içeriği, sunduğu sonuç, bilgi, bulgu ve yorumları konusunda, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü'nün hiç bir sorumluluk taşımadığını kabul ederiz.

Sunduğumuz makalenin orijinal olduğunu; herhangi bir başka dergiye yayınlanmak üzere gönderilmediğini; daha önce yayınlanmadığını; tümüyle yada bir bölümü herhangi bir kongre/sempozyum da sunulup fakat tam metin olarak basılmadığını ve orijinal telif hakkı devri formu ile birlikte Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü'ne gönderildiğini garanti ederiz.

Makalenin telif hakkından feragat etmeyi kabul ederek sorumluluğu üstlenir ve imza ederiz. Bu vesileyle makalenin telif hakkı Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü' ne devredilmiştir. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü makalenin yayınlanabilmesi konusunda yetkili kılınmıştır. Bununla birlikte yazarların aşağıdaki hakları saklıdır:

Aşağıdaki ve diğer bütün durumlarda makalenin Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi tarafından yayınlandığına dair referans verilmelidir.

1. Telif Hakkı dışında kalan patent v.b. bütün tescil edilmiş haklar.
2. Makaleyi satmamak koşulu ile kendi amaçları için çoğaltma hakkı.
3. Yazarın gelecekteki kitaplar ve dersler gibi çalışmalarında; makalenin tümü ya da bir bölümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı.

Bütün yazarlar tarafından imzalanması gerekiyor: (Sorumlu yazar/Corresponding author*)

Yazarın Adı ve Soyadı / Author Names

İmzası / Signature

Tarih / Date

1

2

3

4

5

NOT: Eksik imza durumunda sorumluluk imzalayan yazarlara aittir. Lütfen formu doldurunuz, imzalayınız ve aşağıdaki adrese metinle birlikte gönderiniz.

Adres: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Editörlüğü, F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 23119-Elazığ.