

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
EĞİRDİR SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DERGİSİ
(YIL 2017– CİLT: 13 – SAYI 1)**

Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi
Adına Sahibi /
Owner of Behalf of Süleyman Demirel University Faculty of Fisheries

Sevgi SAVAŞ

Baş Editör / Editor in Chief

Yunus Ömer BOYACI

Editörler / Editors

Şengül BİLGİN
Seval BAHADIR KOCA
Seçil METİN

Yardımcı Editörler / Co Editors

Salim Serkan GÜÇLÜ
Ufuk Gürkan YILDIRIM

İngilizce Editörü / English Editor

Yeşim ÖZOĞUL

İletişim / Contact

Süleyman Demirel Üniversitesi,
Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi Yayın Komisyonu Başkanlığı,
32260 Doğu Yerleşkesi-İSPARTA
Tel: 0 246 2118676- 66 Faks: 0 246 2118697
<http://sdu.dergipark.gov.tr/egirdir>
E-Posta: esufdergi@sdu.edu.tr
E-ISSN: 1308 - 7517

SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
EĞİRDİR SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DERGİSİ
(YIL 2017 – CİLT: 13 – SAYI: 1)

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD*

Antonin KOUBA	University of South Bohemia, Czech Republic
Ayşegül KUBİLAY	Süleyman Demirel University, Türkiye
Eugenia BEZİRTZOGLU	Democritus University of Thrace, Greece
Fahrettin KÜÇÜK	Süleyman Demirel University, Türkiye
Hamid Reza ESMAEILI	Shiraz University, Iran
Karim ERZINI	University of Algarve, Portugal
Magdolna Müllerné TRENOVSZKİ	Szent István University, Hungary
Osman ÇETİNKAYA	Süleyman Demirel University, Türkiye
Özkan ÖZDEN	İstanbul University, Türkiye
Pavel KOZAK	University of South Bohemia, Czech Republic
Sonia S. SOMGA	DA-BFAR, Philippines
Stamatis ZOGARİS	Hellenic Centre for Marine Reseach, Greece
Tom WİKLUND	Åbo Akademi University, Finland
Victoras LIORANÇAS	Klaipeda State University, Lithuania
Viladimir PESIC	University of Montenegro, Karadağ
Yazdan KEIVANY	Isfahan University of Technology, Iran

* Liste akademik unvan ve isme göre alfabetik sırayla hazırlanmıştır.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH PAPERS:

- Deniz Çayırlarından *Posidonia oceanica* (L.) Delile'nin Alanya Kıyılarındaki Mevsimsel Değişimleri
İsmail İbrahim TURNA, Ümit ATİK, Ufuk Gürkan YILDIRIM..... 1-11
- Bakır ve Kurşunun *Oreochromis niloticus*'da Hepatosomatik İndeks, Gonadosomatik İndeks ve Kondüsyon Faktörü Üzerine Etkileri
Nuray ÇİFTÇİ, Cengiz KORKMAZ, Özcan AY, Fahri KARAYAKAR, Bedii CİCİK..... 12-18
- Türkiye Faunası İçin Yeni Bir Su Kenesi (Acari; Hydrachnidia; Hygrobatidae) Türü: *Atractides inflatipes* (Lundblad, 1956)
Pınar GÜLLE, Yunus Ömer BOYACI, İskender GÜLLE..... 19-21
- Pupa Çayı Havzası'nın (Isparta) Besin Elementleri Yükünün Belirlenmesi
Ayça ASLANTÜRK, Osman ÇETİNKAYA..... 22-31
- Glifosatın Su Mercimeği (*Lemna minor* L.)'nin Nişasta Birikimine, Klorofil ve Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri
Özden FAKİOĞLU, Muhammed ATAMANALP..... 32-41
- Origanum vulgare* L. Uçucu Yağının Gökkuşuğu Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Büyüme, Lizozim ve Antioksidan Aktivite ve *Vibrio anguillarum*'a Karşı Direnç Üzerine Etkisi
Öznur DİLER, Öznur GÖRMEZ, Seçil METİN, İlter İLHAN, İbrahim DİLER..... 42-57
- Determination of Some Population Dynamical Parameters of *Planiliza abu* (Heckel, 1843) from Ceyhan River Basin
Sevil BİRECİKLİGİL, Burak SEÇER, Muhammed KELLEÇİ, Ertan ARAS, Erdoğan ÇİÇEK..... 58-65
- Eğirdir Gölü'ndeki Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)' nun Besin Bileşenlerinin Mevsim, Boy ve Eşeye Bağlı Olarak Değişimi
Esra ARGUN UZUNMEHMETOĞLU, Seval BAHADIR KOCA, Oğuz Yaşar UZUNMEHMETOĞLU, Esra ACAR KURT, Özgür KOŞKAN..... 66-79

DERLEME / REVIEWS

- The Characteristics and Importance of Microalgae Culture Collections
Dilek YALÇIN DUYGU, Abel Udo UDOH, Tülay ÖZER, İlkay A. ERKAYA.... 80-87
- Endemik İçsu Balıkları Yetiştiriciliğinin Önemi: Eğirdir Sirazı (*Capoeta pestai* Pietschmann, 1933)
Orhan DEMİR..... 88-98

Deniz Çayırlarından *Posidonia oceanica* (L.) Delile'nın Alanya Kıyılarındaki Mevsimsel Değişimleri*

İsmail İbrahim TURNA*, Ümit ATİK, Ufuk Gürkan YILDIRIM

Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Isparta.

Geliş : 13.04.2016

Kabul : 27.06.2016

Araştırma Makalesi / Research Paper

*Sorumlu Yazar: ismailturna@sdu.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Özet

Bu çalışma, Alanya kıyılarında iki farklı istasyon ve derinlikte dağılım gösteren deniz çayırlarından *Posidonia oceanica*'nın mevsimsel örneklemeleri ile yürütülmüştür. *P. oceanica*'nın hasır tabakası kalınlığı orta ile ince; minimum tepe yüksekliği 12,10±3,40 cm, maksimum tepe yüksekliği 29,39±1,31 cm olarak belirlenmiştir. *P. oceanica*'nın dikey rizomlarının sayısı en yüksek 134,75±0,14 adet/m² en düşük 91,75±0,23 adet/m² olarak saptanmıştır. *P. oceanica*'ya ait yaprak sayıları 315,25±0,57 adet/m² ile 793,00±0,72 adet/m² arasında değişmektedir. *P. oceanica*'nın yaprak sayılarında azalma ve popülasyon yoğunluğunda farklılıklar saptanmıştır. Alanya kıyılarındaki *P. oceanica*'nın morfolojik ve karakteristik özellikleri, Akdeniz kıyılarındaki diğer *P. oceanica* çayırları ile benzerlik göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar *P. oceanica*'ların lesepseyen balıkların otlama baskısı altında olabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Deniz çayırları, *Posidonia oceanica*, Akdeniz, Alanya

Seasonal Changes of Seagrass *Posidonia oceanica* in the Alanya Coast

Abstract

In this study, seasonal sampling of sea meadows *P. oceanica* was carried out from two different stations and depths of Alanya coast. The thickness of mat was measured as medium and thin; minimum and maximum lengths were found as 12.10±3.40 cm and 29.39±1.31 cm, respectively. The highest number of vertical rhizome of *P. oceanica* was found as 134.75 ± 0.14 number/ m² and the lowest was found as 91.75 ± 0.23 number / m², respectively. The number of leaves of *P. oceanica* was in the range of 315.25 ± 0.57 number/m² – 793.00±0.72 number/m². It was determined that number of leaves was declined and density of population was different. The morphological and characteristic features of *P. oceanica* distributed around Alanya were found similar with *P. oceanica* meadows in Mediterranean Sea. The results of study suggest that *P. oceanica* may be under grazing effect of lessepsian fish.

Keywords: Sea Meadows,, *Posidonia oceanica*, Mediterranean Sea, Alanya

*Bu çalışma yüksek lisans tezi olarak Süleyman Demirel Üniversitesi B.A.P. (Proje No: 2403-YL-10) tarafından desteklenmiştir

GİRİŞ

Kök, gövde, yaprak farklılaşmaları ve gelişmiş üreme organları ile alglerden ayrılan çiçekli bitkiler phanerogame kolu içerisinde yer alırlar. Deniz çiçekli bitkileri alglere oranla daha az tür içermekle birlikte biyomas yönünden denizel ekosistemde önemli yer oluşturur. Zemini halı benzeri bir şekilde kapladıklarından “deniz çayırları, deniz ormanları” olarak adlandırılırlar. Dünya denizlerinde 14 cins, 66 tür; Akdeniz ekosisteminde ise 4 cins'e ait 5 tür ile temsil edilirler (Kuo ve Hartog, 2006). Akdeniz'in

endemik türü olan *Posidonia oceanica*, Akdeniz sahillerinde yaklaşık 50.000 km²'lik bir alanı kaplar. Sadece Fransa kıyılarında 1150 km²'lik bir alanda yayılım gösterdiği belirtilmektedir (Pasqualini vd., 1997). Ülkemiz sahillerinde Akdeniz, Ege ve kısmen Marmara Denizi'nde bulunur. Karadeniz'de yayılım göstermez. Genel olarak coğrafik dağılımı Akdeniz ve Ege Denizi olarak belirtilir (Delepine vd., 1978; Boudouresque vd.,1994). %0.33 tuzluluğun altında yaşayamazlar. Bazı sahillerde *P. oceanica*'ya rastlanılamaması, denize karışan yer altı su kaynakları ve nehirlerin tuzluluğu düşürmesine bağlanmaktadır (Ben Alaya, 1972; Leriche vd., 2004).

Özellikle kirliliğe ve antropojenik etkilere karşı duyarlı olduğu için temiz ve hassas bölgelerin indikatör türü olarak gösterilmekte; bölgelerin statü tanımlamalarında kullanılmaktadırlar (Augier ve Santimone, 1982; Asnaghi vd., 2009; Orfanidis vd., 2011; Royo vd., 2011).

Ekosistemde flora ve faunanın % 25'lik bir bölümüne barınma, beslenme, saklanma, avlanma, üreme gibi yaşamsal faaliyetlerinde ev sahipliği yaparlar. Hücrelerini çevreleyen ligninden dolayı bu bitkiyi yalnızca bağırsaklarında sindirebilecek özel mikroorganizmalar bulduran hayvanlar (*Chelonia mydas*, *Paracentrotus lividus*, *Siganus rivilatus* v.b) tüketebilmektedir (Pergent vd., 2006). *P. oceanica* popülasyonlarının ekosistemdeki en büyük özelliği birincil üreticiler olmalarıdır. Bu üretim yılda ortalama 420 gr kuru madde/m² dir. Bu oran 1300 gr kuru madde m²/yıl'a kadar ulaşabilir. Birincil üretiminin %10'undan daha az kısmı herbivorlar tarafından kullanılır. % 24–85 arası cansız yaprak (matte) olarak ekosisteme karışır. Bu cansız yapraklar hasır tabakası oluşturmak üzere tabanda birikerek büyük bir besin kaynağı oluştururlar (Pergent vd., 2006).

Dünya deniz ve okyanuslarında deniz çayırıları üzerine yapılan çalışmalar oldukça fazla olmasına karşın ülkemiz kıyılarında sınırlı sayıda çalışma dikkati çeker. Kocataş vd. (2004) tarafından yapılan "Türkiye'nin Ege Denizi Kıyıları *P. oceanica* Çayırılarının Dekapot Kurustase Faunası" başlıklı çalışmada, 5-38 metre arasındaki derinliklerde dağılım gösteren *P. oceanica* çayırıları ile birlik oluşturan dekapot kurustase türlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır ve 69 tür kaydedilmiştir.

Çelebi vd. (2005) tarafından yapılan "Edremit Körfezinde *P. oceanica* Yayılımının İncelenmesi" başlıklı çalışmada *P. oceanica* yataklarının yaprak yoğunluğu, yaprak uzunluğu, yatak durumu gibi özellikleri saptanmış, ayrıca yatakların yerleşimleri harita üzerinde gösterilmiştir. Çalışma sonunda deniz çayırı yataklarının sağlıklı bir gelişim gösterdiği belirlenmiştir.

Aysel vd. (2005) tarafından yapılan "Bozcaada (Çanakkale, Ege Denizi) Deniz Algleri ve Deniz Çayırıları" başlıklı çalışmada *P. oceanica*, *C. nodosa*, *Z. marina*, *Z. noltii* olmak üzere 4 deniz çayırı türü tayin edilmiştir.

Cirik vd. (2006) tarafından yapılan "Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizin de işaretleme yöntemi ile *P. oceanica*'nın Sınırlarının Belirlenmesi" başlıklı çalışmada Akdeniz'in endemik türü olan *P. oceanica* çayırılarının dağılım alanları belirlenmiş, işaretleme yöntemi kullanılarak mevsimsel izleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Alaçam vd. (2007) tarafından yapılan "Küçük Kuyu-Asos-Bababurun Bölgesinde *P.oceanica* Yayılımının İncelenmesi" başlıklı çalışmada 34 tüplü dalış ve 33 serbest gözlem dalışı gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada bölgedeki *P. oceanica* yataklarının yayılımı ve sağlık durumunun belirlenmesi amacıyla yatakların derinliğe göre gövde yoğunluğu, yaprak uzunluğu, yatak durumu ve hasır tabakası kalınlığı değerleri

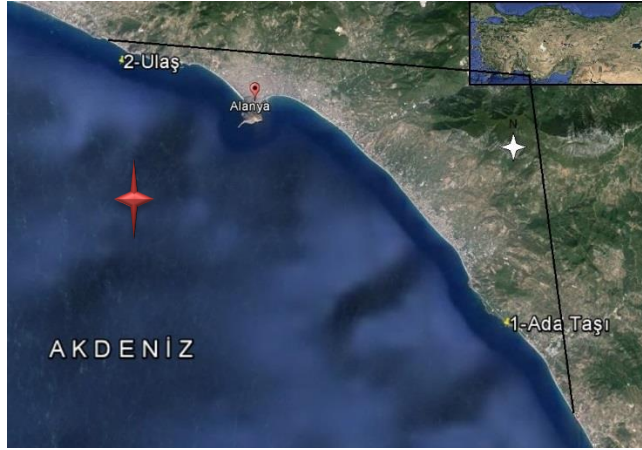
ölçülmüştür. Değerlendirme sonucunda yerleşim bölgelerinin bulunduğu alanlar dışındaki bölgelerde *P. oceanica* yataklarının yoğun ve sağlıklı olduğu belirlenmiştir.

Bizsel vd. (2008) tarafından yapılan “Foça Özel Çevre Koruma Bölgesinde Deniz Çayırları (*P. oceanica*) İzleme Ön Çalışması” başlıklı çalışmada belirlenen iki noktada izleme istasyonunun kuruluşu ve bu istasyonlarda yürütülmeye başlanan izleme programı açıklanmıştır. Bu izleme çalışmaları ile her yıl düzenli olarak deniz çayırlarının gelişim hızı ve eğilimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Özvarol vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada Gazipaşa (Antalya) kıyılarındaki *P. oceanica* yatakları üzerinde lesepseyen balıklardan *Siganus luridus*'un önemli bir baskı oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada genellikle herbivor beslenen balığın sürüler halinde bitkinin özellikle yaprakların uç kısımlarını yiyerek tahrip ettikleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Alanya kıyılarında yer alan 2 istasyonda mevsimsel örneklemelemlerle yürütülmüştür. I. İstasyon Alanya'nın doğu kıyılarındaki 36°25'53.30"K; 32° 8'40.03"D koordinatlarında Ada Taşı kıyıları; II. İstasyon Alanya'nın batı kıyılarındaki 36°33'57.94"K; 31°54'47.17"D koordinatlarında Ulaş kıyılarıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Örnekleme alanları

Çalışma, SCUBA dalışlarla istasyonların 5 ve 7 m derinliklerindeki *P. oceanica* popülasyonlarında mevsimsel gözlem ve örneklemelemlerle yürütülmüştür. Örneklemelemler sırasında farklı derinliklerdeki örnekler üzerine 60x60 cm ölçülerinde, dokuz eşit parçaya bölünmüş (20x20 cm) çerçeve bırakılmış ve içerisinde kalan bitkilerin dikey rizom sayısı (dik yükselen sürünücü gövde), yaprak sayısı, tepe yükseklikleri (birim alanda ölçülen en uzun yaprak boyu) belirlenmiştir (Akçalı vd., 2008). Örneklemelemler iki tekrarlı yapılmış ve sonuçlar birlikte değerlendirilmiştir olup ölçümler cetvel ve kumpas yardımıyla saptanmıştır. Popülasyonunun genel görüntüsü ve yaprak yoğunluklarının saptanması su yüzeyinde sualtı dürbünü kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Örneklemelelerde kullanılan çerçeve (sol) ve sualtı dürbünü (sağ)

P. oceanica popülasyonunun genel görüntüsü ve yaprak yoğunlukları aşağıda verildiği şekilde tanımlanmıştır (Çelebi vd., 2005).

Hasır tabaka kalınlığı

Çok kalın; 20-25 cm'den fazla

Kalın; 20 cm civarında

Orta; 10 cm civarında

İnce; birkaç cm civarında

Çok İnce; birkaç cm' den ince

Yaprak yoğunluğu

Çok Yoğun; Yukardan bakıldığında yaprak yoğunluğundan hasır tabaka görülmez.

Yoğun; hasır tabakası seyrek olarak görülebilir.

Orta Yoğun; hasır tabakası ve rizomlar görülebilir.

Seyrek; hasır tabakası oluşmamış.

Çok Seyrek; popülasyon oluşmamış.

Popülasyonun genel görüntüsü

Sürekli; popülasyon tüm yönlerde önemli kesintiler ve kopukluklar olmadan devam eder.

Parçalı

Büyük Parçalı; popülasyonun genel görüntüsündeki devamlılık kısmen kopukluklar gösterir.

Küçük Parçalı; popülasyonun genel görüntüsündeki devamlılık büyük ölçüde kopukluklar gösterir.

BULGULAR

Alanya'nın doğusunda yer alan I. İstasyon kıyıları denize paralel olarak uzanır ve dalgalara açık konumdadır. Kıyısal bölge kumluk yapıda olup yaklaşık 1m derinlikten sonra kayalık ve kumluk bir zemin yapısı tabanı örter. Bölgede yerleşim alanı bulunmamaktadır. Kıyı çizgisinden yaklaşık 20-25 m uzaklık ve 3 m derinlikten sonra *P.oceanica* yatakları başlamaktadır.

Alanya'nın 10 km kadar batısında yer alan II. İstasyonun kıyıları denize dik olarak iner ve dalgalara açık konumdadır. Kıyısal bölge çakıllı yapıda olup 4-5 m derinlikten itibaren kum ve kısmen kayalık bir taban yapısına ulaşılır. Önceki istasyona göre çok yoğun bir turizm etkinliği görülür. Kıyıda yaklaşık 25 m uzaklıktaki oteller ve insan aktivitesi dikkat çekicidir. Ayrıca kıyılarında yoğun şekilde tur ve dalış tekneleri yapılmakta olup, su altında çok sayıda naylon, pet şişe, misina parçaları gibi antropojenik etkenlere rastlanmıştır. Kıyı çizgisinden yaklaşık 40-50 m uzaklık ve 4 m derinlikten sonra *P.oceanica* yatakları başlamaktadır.



Şekil 3. *P.oceanica* popülasyonu (-6m)

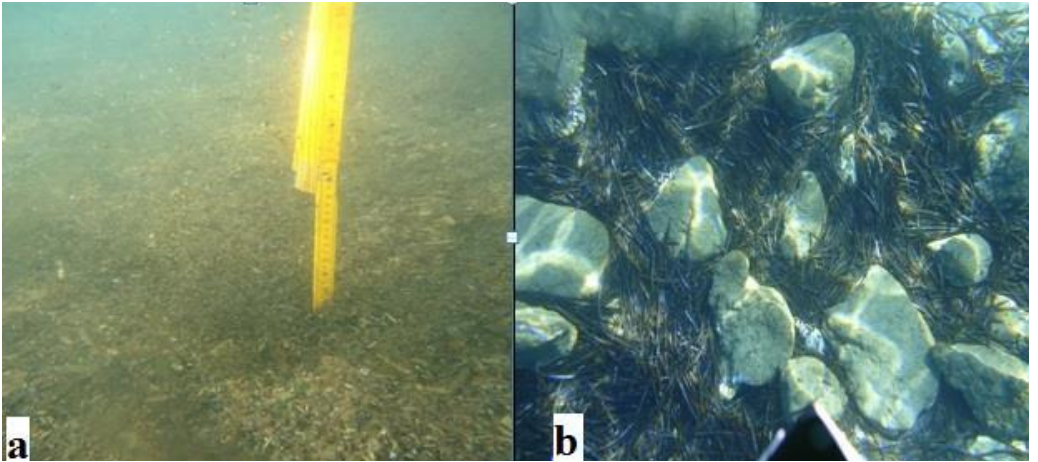
Her iki örnekleme bölgesinde gerek kumul gerekse kayalık alanlarda denizel organizmalara nadir olarak rastlanırken, *P.oceanica* popülasyonlarının bulunduğu alanların çevresinde ve içinde çok sayıda sünger, makrobentik alg gibi sesil; deniz salyangozu, denizkestanesi gibi sedanter ve balık, kalamar gibi nektonik organizmaların yaşadığı tespit edilmiştir (Şekil 4)



Şekil 4. *P. oceanica* popülasyonu çevresinde yaşayan bazı canlılar

Gelişimleri genellikle hareketli kumullarda olmakla birlikte seyrek olarak kayalar üzerinde de buldukları; yaprakların kış mevsiminde kıyılara yakın bölgelerde azaldığı ve popülasyonun kıyıdan yaklaşık 40 m kadar uzaklaştıkları tespit edilmiştir. Ayrıca bu mevsimde yoğunluklarında büyük oranda azalma olduğu ve popülasyonun görüntüsünün parçalı bir şekil aldığı gözlenmiştir. İstasyonlarda kıyı çizgisinden 20-50 m uzaklıktan itibaren başlayan popülasyonun ilkbahar ve yaz dönemlerinde kıyıya daha yakın bölgelerde (yaklaşık 15 m) rastlanmıştır. Yaz mevsiminin başlamasıyla yoğunluklarında ve yaprak uzunluklarında artış tespit edilmiştir.

Tabanda oluşan hasır tabakası yaz döneminde çok ince (1-2 cm) iken, sonbahar ve kış mevsimlerinde suda süspanse maddelerin çoğaldığı; sonbahar döneminde 3-5 cm kalınlığındaki hasır tabakasının artarak kış döneminde I. İstasyonda kalın (16-20 cm), II. İstasyonda ise orta kalınlıkta (10-12 cm) olduğu saptanmıştır (Şekil 5).

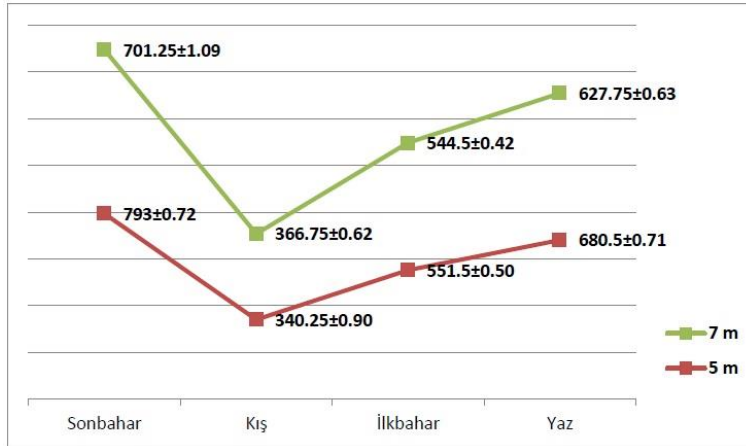


Şekil 5. Aynı bölgede oluşan hasır tabakaları (-3 m) a) kış b) yaz

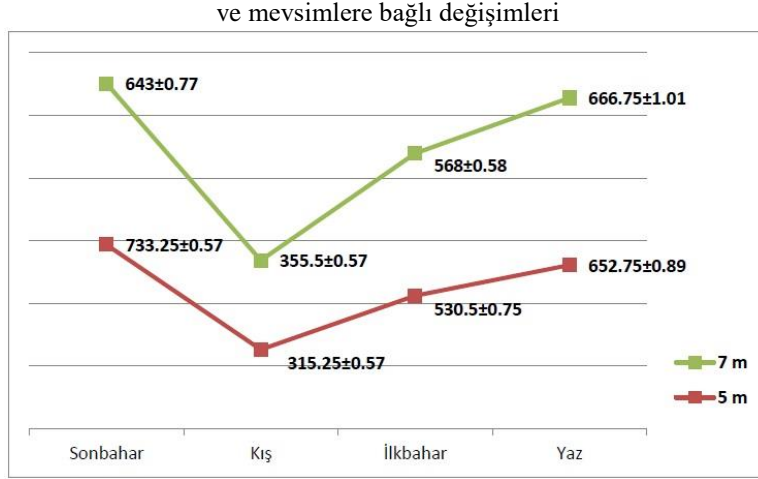
Çalışma sonunda popülasyonlardaki dikey rizom sayısı ortalama değerlerle 91,75 – 134,75 (adet/m²); yaprak sayısı 315,25 – 793,00 (adet/m²); tepe yüksekliği 12,10 – 29,39 cm arasında değişim göstermiştir (Tablo 1). Bu açılardan istasyonlar arasında önemli farklılıklar olmamakla birlikte genel olarak -7 m'deki popülasyonun -5 m'dekilere göre daha yüksek değerlerde oldukları; kış mevsiminde saptanan düşük değerlerin ilkbahardan itibaren düzenli olarak artarak sonbaharda maksimum seviyelere ulaştıkları belirlenmiştir (Şekil 6 ve 7).

Tablo 1. Farklı mevsimlerde saptanan dikey rizom sayısı, yaprak sayısı ve tepe yükseklik ortalamalarının istasyon ve derinliklere bağlı dağılımı

Mevsimler	İstasyonlar ve derinlikler	Dikey rizom sayısı (adet/m ²)	Yaprak sayısı (adet/m ²)	Tepe yüksekliği (cm)
İLKBAHAR	I. İstasyon			
	-5m	127,75±0,15	551,50±0,50	21,61±0,37
	-7m	120,75±0,15	544,50±0,42	22,27±0,72
	II. İstasyon			
	-5m	116,75±0,18	530,50±0,75	22,22±0,45
	-7m	116,50±0,11	568,00±0,58	22,66±0,34
YAZ	I. İstasyon			
	-5m	133,25±0,16	680,50±0,71	24,50±0,97
	-7m	123,75±0,21	627,75±0,63	22,77±0,78
	II. İstasyon			
	-5m	122,00±0,14	652,75±0,89	29,39±1,31
	-7m	127,75±0,16	666,75±1,01	26,94±1,29
SONBAHAR	I. İstasyon			
	-5m	132,50±0,16	793,00±0,72	23,61±0,72
	-7m	134,75±0,14	702,50±1,09	25,17±0,72
	II. İstasyon			
	-5m	134,75±0,12	733,25±0,57	23,39±0,62
	-7m	132,00±0,17	643,00±0,77	24,11±0,56
KIŞ	I. İstasyon			
	-5m	91,75±0,23	340,25±0,90	12,83±0,62
	-7m	97,00±0,16	366,75±0,62	13,22±0,43
	II. İstasyon			
	-5m	94,50±0,17	315,25±0,57	12,10±3,40
	-7m	97,25±0,16	355,50±0,57	13,33±0,41



Şekil 6. I. İstasyonda yaprak sayısı ortalamalarının (adet/m²) derinlik



Şekil 7. II. İstasyonda yaprak sayısı ortalamalarının (adet/m²) derinlik ve mevsimlere bağılı değişimleri

TARTIŞMA ve SONUÇ

Akdeniz'in endemik sekonder bitkilerinden olan *P. oceanica* besin zincirinin ilk halkasını oluşturmaması, fotosentez ile CO₂-O₂ dengesini sağlamaması, çeşitli flora ve fauna türlerine barınak oluşturmaması, zeminde erozyonu önlemesi gibi özellikleriyle ekolojik açıdan önemli bir su bitkisidir.

Bu çalışma kapsamında deniz çayırlarından *P. oceanica*'nın Alanya kıyılarındaki iki farklı bölge ve derinlikteki (5 ve 7m) popülasyon değişimleri mevsimsel olarak araştırılmıştır. Bu amaçla popülasyonların tabandaki görüntüsü, dikey rizom sayıları, yaprak sayıları, tepe yükseklikleri, hasır tabaka yapısı gibi özelliklerinden yararlanılmıştır.

P. oceanica'nın özellikle kumul bölgelerde kökleriyle zemine tutunarak yaşam sürdürdüğü nadir olarak rijit substratlarda da bulunabildikleri bildirilmektedir (Jørgensen vd., 2005). Her iki çalışma alanımızın kayalık kesimlerinde bu durum nadiren de olsa görülmüş ve buradaki bitkilerin ortama çok sıkı bir şekilde tutundukları saptanmıştır.

Pergent vd. (2006) tarafından *P. oceanica* popülasyonu içerisinde ve çevresinde başta makrobentik algler, omurgasızlar, balıklar olmak üzere çok sayıda canlı türünün yaşadığı bildirilmektedir. Bununla birlikte bu bitkileri besin olarak direkt kullanan canlı türleri az sayıda olup bunlara örnek olarak deniz kaplumbağası (*Chelonia mydas*), deniz kestanesi (*Paracentrotus lividus*), sokar balıkları (*Siganus rivilatus*, *S. luridus*) türleri verilmektedir. Çalışmamızda da bitki popülasyonlarının arasında ve çevresinde çok sayıda canlı türünün yaşadığı tespit edilmiştir. Özellikle *Siganus* türleri olabileceğini düşündüğümüz balıklar dikkat çekicidir (Bkz şekil 4). Özvarol vd. (2011) tarafından bölgenin lesepsiyen balık türlerinden olan *S. luridus* 'un Türkiye Akdeniz kıyılarındaki *P. oceanica* popülasyonlarına yoğun baskı oluşturduğu; özellikle sürgün yaprakların üst kısımlarını tahrip ettiği bildirilmiştir. Çalışma alanlarımızda popülasyonlardaki bazı yaprakların üst kısımlarının tahrip olduğu gözlenmiştir. Bu bölgede çok sayıda *Siganus* balıklarının bulunması türün *S. rivilatus* olabileceğini düşündürmektedir.

P. oceanica popülasyonlarında yaprakların dökülmesine bağılı olarak tabanda matte olarak adlandırılan hasır tabakası oluşur. Bu tabaka rizomların gelişimlerinde yatak

vazifesi görür. Akçalı vd. (2008) popülasyondaki yaprakların 5-8 ay ömrü olduğunu, yaza göre kış aylarında özellikle dalga ve akıntı hareketlerine bağlı olarak ölümlerin yoğunlaştığını bildirmişlerdir. Çalışmamız da, bu bildirim destekler şekilde kış aylarında I. İstasyonda 16-20 cm kalınlık ile ‘çok kalın’ II. İstasyonda 10-12 cm ile ‘orta’ ; yaz aylarında ise sırasıyla I. İstasyonda 2-3 cm ile ‘ince’ ve II. İstasyonda 0,5-1 cm ile ‘çok ince’ olarak kategorize edilmiştir (Çelebi vd., 2005). Bu sonuçlar II. Çalışma istasyonumuzun dalgalar ve akıntılara daha açık olduğunu gösterir.

Ege denizinde *P. oceanica* ile ilgili yapılan çalışmalarda bitkinin tepe yüksekliğinin derinlik artışına bağlı olarak arttığı ve uzunluklarının 13.1-38.2 cm arasında değiştiği bildirilmiştir (Alaçam vd., 2007; Akçalı vd., 2008). İstasyonlarımızda tepe yükseklikleri bu çalışmalara benzer şekilde derinlikle artış göstermektedir (Bkz. tablo 1). Yalnızca yaz aylarında bu durum tersine dönmüştür. Bunun nedeni kış aylarında dalgaların hidrodinamik etkisine bağlı oluşan akıntı ve türbülansların diğer aylara göre yüzey sularında daha etkili olmasıyla açıklanabilir. Zira böylece yaşlı ve uzun yapraklar bitkilerden daha kolay kopabilirler. Çalışmamızda tespit ettiğimiz yaprakların tepe yükseklik ortalamaları $12,10 \pm 3,40$ cm ile $29,39 \pm 1,31$ cm arasında değişmektedir. Bu değerler türün diğer bölgelerde tespit edilen popülasyonlara ait verileriyle uyumludur (Akçalı vd., 2008). Popülasyonda dikey olarak yükselen ve orthotropic olarak isimlendirilen rizom sayıları çalışmamızda ortalama değerlerle $91,75 \pm 0,23$ adet/m² ile $134,75 \pm 0,12$ adet/m² arasında değişir (Bkz. tablo 1). Derinlikler arasında önemli farklılıklar görülmezken kış aylarında her iki istasyon ve derinlikte azalma gözlenmiştir. Bu durum yaprak sayılarında da görülmüştür. Goberd vd. (2006) türün yaprak sayısının yüzey sularında 1200 adet/m², 30 m ve altlarındaki derinliklerde ise 100 adet/m² civarlarına düşebileceğini bildirmektedir. Çalışma istasyonlarımızdaki derinlik farklılıklarının az olması (yalnızca -5 ve -7 m) yaprak ve dikey yükselen rizom sayılarında önemli farklılıklar oluşturmamıştır. Bununla birlikte her iki istasyon ve derinlikteki popülasyon yapısı ‘büyük ve küçük parçalı’ görüntüde olup yaprak yoğunluğu ‘orta’ düzeydedir. Bu görüntü popülasyonun yaprak sayısına da yansımış ve çalışmamızda yaprak sayıları ortalama değerlerle $315,25 \pm 0,57$ adet/m² ile $793,00 \pm 0,72$ adet/m² arasında değişim göstermiştir. Bu değerler Gobert vd. (2006) tarafından bildirilen yüzey sularındaki yaprak sayılarından (1200 adet/m²) daha düşüktür. Bu durum bölgedeki popülasyonların önemli bir baskı altında olduğunu gösterebilir.

Sonuç olarak, Alanya kıyılarında farklı lokalitelerde dağılım gösteren *P. oceanica* popülasyonunun genel yapısı Akdeniz’in farklı bölgelerindekilerle benzerlik göstermekle birlikte özellikle yaprak sayısı açısından önemli bir azalış söz konusudur. Bu durumun popülasyon içinde, üzerine ve çevresinde yaşayan diğer canlılar üzerinde olduğu kadar birincil üretimde de olumsuz sonuçlara yol açabileceği unutulmamalıdır.

Doğu Akdeniz kıyılarında dağılım gösteren denizel flora ve fauna taksonlarının leşepsiyen türler tarafından tehdit edildiği bilinir. Bu durum *P. oceanica* yataklarında da görülmüştür. Bu anlamda *P. oceanica*’ya ait popülasyonların kartografik kayıtlarının belirlenmesi, izleme programlarının oluşturulması, denizlerdeki çevre koruma alanlarının geliştirilmesi, popülasyonları üzerinde baskı oluşturabilecek yabancı türlerin izlenmesi yararlı olacaktır. Unutulmamalıdır ki bu türün popülasyonu günümüzde risk açısından kırmızı listede olan bir canlıdır (Redlist, 2016).

Çalışmamız sırasında ülkemizde *P. oceanica*’ya ait bazı araştırmalar bulunmakla birlikte bunların çoğunun popülasyonun anlık durumlarını ortaya konulduğu araştırmalar

olduğu görülmüştür. Bu anlamda çalışma sonuçlarımızın türün mevsimsel değişim özelliklerini yansıtması açısından önemli olduğu kanısındayız.

KAYNAKLAR

- Akçalı, B., Bizsel, K.C., Kabaoğlu, G., Güçlüsoy, H. & Alaçam, Ö. (2008). Foça özel çevre koruma bölgesinde deniz çayırları (*Posidonia oceanica*) izelem ön çalışması. 12. Su Altı ve Bilim Teknolojileri Toplantısı, Ege Üniversitesi, 69-75.
- Alaçam, Ö., Altay, S., Eren, S., Ergin, M., Gençoğlu, G., Kırbulut, D. & Koban, E. (2007). Küçük Kuyu-Assos- Bababurun Bölgesinde *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Su Altı Bilim ve Teknoloji Toplantısı, Koç Üniversitesi.
- Asnaghi, V., Chiantore, M., Bertolotto, R-M., Parravicini, V., Cattaneo-Vietti, R., Gaino, F., Moretto, P., Privitera, D. & Mangialajo, I. (2009). Implementation of the European Water Framework Directive: Natural variability associated with the CARLIT method on the rocky shores of the Ligurian Sea Italy *Marine Ecology* .30, 505–513.
- Augier, H. & Santimone, M. (1982). Studies on ash, carbon, hydrogen, nitrogen, proteins and amino-acids composition of the marine phanerogam *Posidonia oceanica* Delile, in various ecological conditions. *Acta Oecol.* 3, 203–218.
- Aysel, V., Erduğan, H., Okudan, E.Ş. & Erk, H. (2005). Bozcaada (Çanakkale, Ege Denizi,Türkiye) deniz algleri ve deniz çayırları. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi.* 22(1-2), 59-68.
- Ben Alaya, H. (1972). Répartition et condition d'installation de *Posidonia oceanica* (L.) Delile Et *Cymodocea Nodosa* Asherson dans le Golfe De Tunis. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô.* 3, 331-415.
- Bizsel, C.K., Akçalı, B., Kabaoğlu, G., Güçlüsoy, H. & Alaçam, Ö. (2008). Foça özel çevre koruma bölgesinde deniz çayırları (*Posidonia oceanica*) izleme ön çalışması. Su Altı Bilim ve Teknoloji Toplantısı, Koç üniversitesi.55
- Boudouresque, C.F., Gravez ,V., Meinesz, A., Molenaar, H., Pergent, G. & Vitiello, P. (1994). L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée: Protection légale et gestion: Pour qui la Méditerranée au 21ème siècle – villes des rivages et environnement littoral en Méditerranée. actes du colloque.
- Cirik, Ş., Akçalı, B. & Özalp, B.H. (2006). Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizinde işaretleme yöntemi ile *Posidonia Oceanica* 'nın sınırlarının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi.* 23, 45-48.
- Çelebi, B., Bayındırlı, C. & Türkmen, H. (2005). Edremit Körfezi'nde *Posidonia oceanica* yayılımının incelenmesi. . Su Altı ve Bilim Teknolojileri Toplantısı, İstanbul Teknik Üniversitesi, SBT 2005.
- Delephine, R., Boudouresque. C.F., Orestano, C.F., Noailles, M.C. & Asensi, A. (1978). Algues et Autres Vegetaux Marins In Fischer, W., Schneider, M., Bauchot, M.L., (Ed.) Mediterrane et Mer Noire, Zone de Peche 37, *Vegetaux et Invertébrés. FAO-CEE.* 2-136. Rome.
- Gobert, S., Pergent, S., Velimirov, B., Walker, I.D. & Martini, P.C. (2006). Biology of *Posidonia oceanica*. Larkum, A.W.D., Orth, R.J., Duarte, C.M.(Ed.), *Biology, Ecology and Conservation* 691, 388-408.
- Jørgensen, Sven E., Costanza, R., & Xu, Fu-Liu. (2005). Application of indicators for the assessment of ecosystem health in: ecological indicators for assessment of ecosystem health (Sven E. Jørgesen; Robert Costanza; Fu-Liu Xu, -Eds) CRC Pres Taylor & Francis Group. 5-66.
- Kocataş, A. (2004). Türkiyenin Ege Denizi Kıyıları *Posidonia oceanica* (L.) Delile, çayırlarının dekapod krustase faunası. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi.* 21, 39-42.
- Kuo, J., Hartog, C., 2006. Seagrass morphology, anatomy and ultrastructure. Larkum, A.W.D., Orth, R.J., Duarte, C. M.(Ed.), *Biology, Ecology and Conservation* 691, 50-87.

- Leriche, A., Boudouresque, C.F., Bernard, G., Bonhomme, P., & Denis, J. (2004). A One-century suite of seagrass bed maps: Can we trust ancient maps? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 59, 353-362.
- Orfanidis, S., P. Panayotidis, P. & Ugland, K. (2011). Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step forward for functional groups, the formula and reference condition values *Medit. Mar. Sci.* 12(1), 199-231
- Özvarol, Y., Ertan, O.O., & Turna, İ.İ. (2011). The Grazing effect of *Siganus Luridus* Rüppell, 1828 on *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813 eadows in Turkish Mediterranean coast (Gazipaşa/Antalya). *Journal of Food, Agriculture and Enviroment*. 9(1), 531-533.
- Pasqualini, V., Pergent-Martini, C., Fernandez, C. & Pergent, G. (1997). The use of airborne remote sensing for benthic cartography. advantages and reliability. *Int. J. Remote Sensing*. 18(5), 1167-1177.
- Pergent, M.,C., Boudouresque, C., F., Bernard,G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Ruitton, S. & Tunesi, L. (2006). Presercation conservation des herbiers a *Posidonia oceanica*. Ramoge Publ., 200p, Monaco
- Redlist, 2016. İnternet sitesi. <http://www.iucnredlist.org/details/153534/0> Erişim tarihi: 14.04.2016.
- Royo, C. Lopezy., Pergent, G., Alcoverro, T., Buia, M.C., Casazza, G., Martínez-Crego, B., Pérez, M., Silvestre, F. & Romer, J. (2011). The seagrass *Posidonia oceanica* as indicator of coastal water quality: Experimental intercalibration of classification systems. *Ecological Indicators* 11,557–563

Bakır ve Kurşunun *Oreochromis niloticus*'da Hepatosomatik İndeks, Gonadosomatik İndeks ve Kondüsyon Faktörü Üzerine Etkileri

Nuray ÇİFTÇİ*, Cengiz KORKMAZ, Özcan AY, Fahri KARAYAKAR, Bedii CİCİK

Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yenişehir Kampüsü, Mersin

Geliş : 21.04.2016

Kabul : 18.08.2016

Araştırma Makalesi / Research Paper

*Sorumlu yazar: nciftci@mersin.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Özet

Araştırmada bakır (Cu) ve kurşun (Pb)'un 96 saatlik LC₅₀ değerinin %10'una karşılık gelen derişimlerinin (sırasıyla 4,0 ve 0,2 ppm) 7, 15 ve 30 gün sürelerde etkisine bırakılan *Oreochromis niloticus*'un Hepatosomatik İndeks (HSI), Gonadosomatik İndeks (GSI) ve Kondüsyon Faktörü (CF) üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirtilen parametrelerin hesaplanmasında standart matematiksel formüller kullanılmış, verilerin istatistiksel analizinde, Student Newman Keul's testi ile varyans analizi uygulanmıştır. Denemede Cu etkisine bırakılan balıklarda HSI'de kontrole göre artış, GSI ve CF'nde deneme süresi sonunda azalma saptanırken, Pb etkisine bırakılan balıklarda HSI'de kontrole göre azalma (P<0,05), GSI ve CF'nde ise istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamıştır (P>0,05).

Anahtar kelimeler: Bakır, kurşun, *Oreochromis niloticus*, somatik indeks, kondüsyon faktörü

The Effects of Copper and Lead on Hepatosomatic Index, Gonadosomatic Index and Condition Factor of *Oreochromis niloticus*

Abstract

Oreochromis niloticus was exposed to 10% of its 96 h LC₅₀ (4.0 ppm Cu and 0.2 ppm Pb) over 7, 15 and 30 days and their effects on hepatosomatic index (HSI), gonadosomatic index (GSI) and condition factor (CF) were determined. Standard mathematical formulas were used to express the parameters and analysis of variation and Student Keul's test were applied to analyse data.. An increase in HSI and decreases in GSI and CF were observed in fish exposed to copper compared to the control. However, a decrease in HIS was observed when fish were exposed to Pb (P>0.05) compared to the control and also no significant differences in GSI and CF (P<0.05) were determined.

Keywords: Copper, lead, *Oreochromis niloticus*, somatic indices, condition factor.

GİRİŞ

Nüfus artışı ve yaşam kalitesini iyileştirmeyi hedefleyen endüstriyel gelişimler, ağır metallerin hammadde olarak kullanımını arttırırken işlenme sırasında meydana gelen atıkların, arıtılmaksızın çevreye verilmesi, ağır metallerin doğal ortamlardaki özellikle başlıca alıcı ortam olan sucul ekosistemlerdeki derişimlerinin artmasına neden olmuştur (Bettini vd., 2006). Ağır metal derişimindeki artış, suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişime neden olduğu gibi, sucul organizmaların doku ve organlarında birikime, metabolik ve fizyolojik olaylarda değişikliklere sonuçta mortaliteye neden olduğu görülür (Levesque vd., 2002).

Ağır metallerin bir kısmı, hayvansal organizmalar tarafından yaşamsal olaylar için düşük derişimlerde gereksinim duyulurken, bir kısmı çok düşük derişimlerde de toksik etkilidir. Bunlardan bakır, yaklaşık 30 kadar enzim ve glikoprotein yapışal bileşimine

giren bir iz element olup (Goyer vd., 1986), omurgalı hayvanlarda demirin sindirim sisteminden absorpsiyonunda, hemoglobin sentezinde, sinir sistemindeki miyelin kılıfın sürekliliğinde, beyin ve kemik doku oluşumunda işlev görür (Kruger, 2002). Bakır, yerkabuğunda doğal olarak bulunurken, elektrik endüstrisi başta olmak üzere, alaşım, kimyasal katalizör, boya ve ahşap koruyucu, yapımında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Eisler, 2000). Doğa ve laboratuvar koşullarında çeşitli balık türleri ile yürütülen araştırmalarda bakırın solungaç, karaciğer ve böbrek gibi metabolik bakımdan aktif organlarda yüksek derişimlerde biriktiği (Cicik, 2003), osmoregülasyon, lokomasyon davranışını etkilediği (Eisler, 2000), doku ve organlarda histopatolojik (Hilmy vd., 1987), serum biyokimyasal parametrelerinde değişimlere neden olduğu (Hollis vd., 2001), büyümeyi engellediği, oksijen tüketimini ve amonyak salınımını arttırdığı, yumurtlama sıklığını azalttığı bildirilmiştir (Eisler, 2000).

Kurşun düşük derişimlerde de toksik etkili bir ağır metaldir. Günümüzde yapı metalleri, levha, tel ve kablo imalatında, patlayıcı fitili üretiminde ve kauçuk sanayinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Dündar ve Aslan, 2005). Balıklarda kurşun etkisinin, yumurta sarısının emilim oranını düşürdüğü, yumurtadan çıkma oranında azalmaya neden olduğu dolayısıyla üreme başarısını olumsuz yönde etkilediği, iskelet sisteminde deformasyonlara, dolaşım sisteminde bozukluklara neden olduğu bildirilmiştir (Kruger,2002).

Kondüsyon faktörü, hepatosomatik indeks ve gonadosomatik indeks canlının büyüme gelişme ve üreme durumunu yansıtan önemli parametrelerdir. Stokların sürdürülebilirliği ve popülasyon sağlığının ortaya konmasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar (Vives vd., 2004; Martin-Diaz vd., 2005).

Akuatik ekosistemlerdeki ağır metal kirliliğinin incelenmesi, gerek su kaynaklarının korunması gerekse su ürünlerinin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemli olduğu için bu araştırmada biri iz diğeri toksik etkili iki farklı ağır metalin 96 saatlik LC₅₀ değerinin %10'una karşılık gelen derişimlerinin 7, 15 ve 30 gün sürelerle etkisine bırakılan *O. niloticus*'da kondüsyon faktörü, hepatosomatik indeks ve gonadosomatik indeksde meydana gelen derişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak, $18,58 \pm 0,91$ cm boy ve $110,27 \pm 13,29$ g ağırlığa sahip *O. niloticus* türü balıklar kullanılmıştır. Balıklar, Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Uygulama Birimlerinde yer alan yetiştiricilik havuzlarından sağlanmış ve deneyler kontrollü ortam koşullarına sahip ($24 \pm 1^\circ\text{C}$ durağan sıcaklık; 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık fotoperiyodu) Temel Bilimler Araştırma Laboratuvarında yürütülmüştür. Laboratuvara getirilen balıklar, her biri $40 \times 100 \times 40$ cm boyutlarında 3 adet cam akvaryum içerisinde iki hafta süreyle bekletilerek ortam koşullarına uyumları sağlanmıştır.

Deneylerde bakır ve kurşunun *O. niloticus* için 96 saatlik LC₅₀ değerinin %10'una karşılık gelen sırasıyla 4,0 ve 2,0 ppm'lik ortam derişimleri 7, 15 ve 30 gün süre ile uygulanmıştır. Deneyler 2 seri halinde, 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür ve her tekrarda bir adet balık kullanılmıştır. Bu amaçla 3 adet cam akvaryum kullanılmış, akvaryumlardan ilk ikisine sırasıyla bakır (4.0 ppm) ve kurşunun (0.2 ppm) 120'şer L çözeltileri konurken, üçüncü akvaryuma aynı hacimde metal içermeyen dinlenmiş çeşme suyu konmuş ve kontrol grubu olarak incelenmiştir. Belirlenen süreler dikkate alınarak akvaryumların her birine 18 adet balık konmuş ve deneme süresince toplam 54 adet balık kullanılmıştır.

Deney ve kontrol akvaryumlarında suyun sıcaklık (24 ± 1 °C), pH ($8,62 \pm 0,16$), çözülmüş oksijen ($5,29 \pm 0,7$ mgL⁻¹), toplam sertlik ($227 \pm 0,48$ mgL⁻¹ CaCO₃) ve alkalinite ($332 \pm 0,50$ mgL⁻¹ CaCO₃) değerleri belirlenmiştir.

Metal çözeltilerinin hazırlanmasında bakır ve kurşunun sırasıyla suda çözünebilir CuSO₄.5H₂O ve Pb(NO₃)₂ tuzları kullanılmıştır. Metal tuzlarının presipitasyonunu önlemek amacıyla stok solüsyonlar hazırlanırken trisodyumsitrat eklenmiştir.

Araştırma süresince balıklar, günde bir kez toplam biyomasın % 2'si kadar hazır balık yemi (Pinar, Çipura Yemi, Pelet No.2) ile beslenmiştir. Akvaryumlarda havalandırma merkezi havalandırma sistemi ile sağlanmıştır.

Deney ve kontrol akvaryumlarında evaporasyon, presipitasyon ve adsorbsiyon gibi nedenlerle deney çözeltilerinin derişiminde zamana bağlı değışimler olabileceğinden deney çözeltileri her iki günde bir stok çözeltiden uygun seyreltmeler yapılarak değıştirilmiş ve ortam yenilenmiştir.

Belirlenen süreler sonunda deney akvaryumlarından çıkarılan balıklar, Etilen Glikol Mono Fenil Eter (= Fenoksietanol, C₈H₁₀O₂; Merck) anestezik maddesi ile bayıltılmıştır. Vücut yüzeyindeki metal rezidüleri çeşme suyu ile yıkayıp uzaklaştırıldıktan sonra balıklar kurutma kağıdı ile kurulanıp, ölçüm ve örnekleme için hazır hale getirilmiştir.

Somatik indeks analizleri için balıkların her birinin toplam boy ve ağırlıkları belirlendikten sonra disekte edilerek karaciğer ve gonadları çıkartılmış ve yaş ağırlıkları belirlenmiştir.

Toplam boy, ağırlık ve organ yaş ağırlık verilerine aşağıda sırasıyla verilen matematiksel formülasyonlar uygulanarak (Biney vd.,1994) heptosomatik indeks, gonadosomatik indeks ve kondüsyon faktörü hesaplanmıştır.

$$HSI(\%) = \frac{K.Y.A.(g)}{T.V.A.(g)} \times 100$$

$$GSI(\%) = \frac{G.Y.A.(g)}{T.V.A.(g)} \times 100$$

$$CF(\%) = \frac{T.V.A.(g)}{TL^3(cm)} \times 100$$

HSI	: Hepatosomatik İndeks
GSI	: Gonadosomatik İndeks
CF	: Kondüsyon Faktörü
KYA	: Karaciğer Yaş Ağırlık
GYA	: Gonad Yaş Ağırlık
TVA	: Toplam Vücut Ağırlığı
TL	: Toplam Boy

Deney verilerinin istatistik analizinde SPSS paket programı kullanılmış ve Student Newman Keul's (SNK) testi ile varyans analizi uygulanmıştır. İncelenen parametrelere ait veriler yüzde (%) olduğundan, istatistik analizden önce verilere Arksin transformasyonu uygulanmıştır.

BULGULAR

Araştırmada bakır ve kurşunun incelenen derişimleri deneme süresince balıklarda mortaliteye neden olmamıştır.

Denemede Cu etkisine bırakılan balıklarda HSI'de kontrole göre artış, GSI ve CF'nde deneme süresi sonunda azalma saptanırken, Pb etkisine bırakılan balıklarda HSI'de kontrole göre azalma ($P<0,05$), GSI ve CF'nde ise istatistiksel olarak önemli bir fark saptanmamıştır ($P>0,05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Bakır ve kurşunun *O. niloticus*'da HSI, GSI ve CF Üzerine Etkileri

Metal (derişim)	Süre (Gün)				
	0 (Kontrol)	7	15	30	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}^*$	$\bar{X} \pm S\bar{x}^*$	$\bar{X} \pm S\bar{x}^*$	$\bar{X} \pm S\bar{x}^*$	
HSI (%)	Cu (4,0ppm)	1,53±0,025 ^a	1,53±0,07 ^a	2,51±0,23 ^b	1,82±0,006 ^a
	Pb (0,2 ppm)	1,74±0,014 ^a	1,77±0,19 ^a	1,14±0,003 ^b	1,14±0,070 ^b
GSI (%)	Cu (4,0ppm)	0,53±0,045 ^a	0,61±0,028 ^{ab}	0,68±0,036 ^b	0,41±0,010 ^c
	Pb (0,2 ppm)	0,56±0,012 ^a	0,67±0,30 ^a	0,57±0,26 ^a	0,58±0,052 ^a
CF (%)	Cu (4,0ppm)	1,85±0,038 ^a	1,69±0,017 ^b	1,45±0,080 ^c	1,50±0,029 ^c
	Pb (0,2 ppm)	1,86±0,008 ^a	1,86±0,067 ^a	1,76±0,060 ^a	1,67±0,049 ^a

*SNK; a, b ve c harfleri sürelerarası farkı belirlemek amacı ile kullanılmıştır. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistik fark vardır ($P<0,05$).

$\bar{X} \pm S\bar{x}$: Aritmetik Ortalama \pm Standart Hata

TARTIŞMA ve SONUÇ

O. niloticus ile yürütülen bu çalışmada, bakır ve kurşunun sırasıyla 4,0 ve 0,2 ppm'lik derişimlerinin 7, 15, ve 30 günlük sürelerdeki etkileri balıklarda mortaliteye neden olmamıştır. *Channa punctatus*'da Cr'un (Sastry ve Sunita, 1984), *Anguilla anguilla*'da Cu'n (Karayakar vd., 2010), sublethal derişimlerinin kronik etkisinde balıklarda mortalite saptanmadığı bildirilmiştir. Mortalitenin gözlenmemesi seçilen derişimlerin belirlenen süreler içerisinde anılan tür için letal etkili olmamasından kaynaklanabileceği gibi atılım ve detoksifikasyon mekanizmalarının stimülasyonundan kaynaklanabilir.

Kirliliğin de yer aldığı stres faktörleri; sucul organizmalarda metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda değişikliklere dolayısıyla büyüme, gelişme ve üremenin olumsuz yönde etkilenmesine neden olur (Heath, 1995).

Hepatosomatik indeks, hayvansal organizmalarda metabolik aktivitenin genel durumunu yansıtan önemli indikatör parametrelerden biridir. *O. niloticus*'da bakır (El-Serafy vd., 2013), kurşun (Abbas, 1994), *Clarias lazera*'da kurşun ve kadmiyum (Habib ve Samah, 2013) etkisinin HSI'i kontrole göre düşürdüğü belirlenmiştir. Metal etkisinde HSI'deki bu düşmenin karaciğerdeki mevcut enerji rezervlerinin metal toksisitesi ile mücadelede yoğun bir şekilde kullanılmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Bekmezci, 2010). Bakır içerikli besinle beslenen *Cyprinus carpio*'da HSI'in arttığı belirtilmiştir (Ajani ve Akpoilih, 2012). *O. niloticus* ile yürütülen bu araştırmada da Cu

etkisi HSI'yi arttırırken, Pb etkisinin HSI'yi düşürdüğü belirlenmiştir. Metal etkisinde HSI'deki artışın, detoksifikasyonda işlev gören metal bağlayıcı proteinlerle karaciğer orijinli proteinlerin sentezindeki artıştan kaynaklanabileceği gibi, HSI'deki düşmenin hepatositlerdeki enerji rezervlerinin tüketilmesinden kaynaklanabileceği olasıdır.

Gonadosomatik indeks, gerek bir türün neslinin sürekliliği için popülasyonun durumunu yansıtması, gerekse kirlenici etkisine bağlı olarak organizmada gelişen değişimleri yansıtması bakımından oldukça önemli parametrelerden biridir. Çeşitli balık türleri ile yapılan araştırmalarda ağır metal etkisinin (Sindhe ve Kulkarni 2004; El-Serafy vd., 2013) GSI'yi düşürdüğü belirlenmiştir. *Mullus barbatus*'da Pb etkisinde GSI'deki düşmenin, DNA'nın yapısal bütünlüğündeki bozulma ve karaciğer EROD (ethoxyresorufin-O deethylase) aktivitesindeki artışa bağlı olabileceği bildirilmiştir (Martinez-Gomez vd., 2012). Yine *Leuciscus cephalus* ile yürütülen bir diğer araştırmada da ağır metal etkisine bağlı gonad büyüklüğündeki değişimlerin plazma 11-ketotestosteron, EROD ve vitellojen miktarındaki azalma ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Randak vd., 2008). *O. niloticus* ile yapılan bu çalışmada da, Cu etkisinin başlangıçta GSI'yi arttırırken, etkide kalma süresi arttıkça düşürdüğü belirlenmiş ve bu değişimlerin istatistiksel bakımdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Cu etkisinin başlangıcında GSI'de kontrole oranla gözlenen artışın, Cu'nun üreme ile ilgili enzim ve hormonları stimüle etmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Etkide kalma süresinin uzaması sonucu GSI'deki azalmanın ise bakırın da belirli bir derişim aralığı üzerinde gonadlarda toksik etkili olmasından kaynaklanabilir. Çalışmada, Pb'nun GSI üzerine etkisinin kontrol grubuna göre istatistiksel bakımdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0,05$). Bu durum *O. niloticus*'da kurşunun belirlenen derişiminin incelenen sürelerde anılan parametrede değişikliğe neden olacak kadar yüksek ve etkili olmamasından kaynaklanabilir.

Kondüsyon faktörü, balıklarda genel sağlık durumunu yansıtan diğer bir parametre olup beslenme durumuna, yaşa, eşeye ve üreme dönemine bağlı olarak değişim gösterir (Yılmaz vd., 2007). *Gasterosteus aculeatus* (Sanchez vd., 2008) ve *Gobio gobio* (Bervoets ve Blust, 2003)'da ağır metal etkisi CF'ünü düşürürken, *Astyanax fasciatus* (Alberto vd., 2005)'da arttırdığı, *Clarias gariepinus* (Hamoud Balawi-Alkahemal vd., 2011)'da ise her hangi bir değişime neden olmadığı bildirilmiştir. Metal etkisinde CF'ündeki bu değişimlerin; iştah kaybı, enerji gereksinimlerindeki artışa bağlı olarak enerji rezervlerindeki düşmeden kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

O. niloticus ile yürütülen bu araştırmada bakırın etkide kalma süresine bağlı olarak CF'ünü kontrol grubuna göre düşürdüğü ve değişimlerin istatistiksel bakımdan anlamlı olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Cu etkisinde CF'ünde belirlenen düşmenin metal etkisine bağlı metabolik aktivitedeki artış ve stres koşullarının gereği enerji rezervlerinin tükenmesinden kaynaklanabileceği olasıdır. Pb etkisinde anılan parametredeki değişimlerin kontrol grubuna göre istatistiksel bakımdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0,05$).

Sonuç olarak *O. niloticus*'da metabolik aktivite, genel sağlık ve üreme durumunun bakır ve kurşun gibi ağır metallere etkilendiği görülür.

KAYNAKLAR

- Abbas, H. H. (1994). Effect of lead on some physiological aspects of Nile tilapia; *Oreochromis niloticus*, M. Sc. Thesis, Cairo University, Cairo.
- Ajani, E. K., & Akpoilih, B. U. (2012). Growth response and ionic regulation in common carp (*Cyprinus carpio* L.) after chronic dietary copper exposure and recovery. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(2), 13-21.
- Alberto, A., Camargo, A. F. M., Verani, J. R., Costa, O. F. T., & Fernandes, M. N. (2005). Health variables and gill morphology in the tropical fish *Astyanax fasciatus* from a sewage contaminated river. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 61, 247-255.
- Bekmezci, H. D. (2010). Aşağı Seyhan Ovası drenaj sistemlerindeki kirlilik etmenlerinin *Clarias gariepinus*'da toksik etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD, Doktora Tezi, 145.
- Bervoets, L., & Blust, R. (2003). Metal concentrations in water, sediment and gudgeon (*Gobio gobio*) from a pollution gradient: relationship with fish condition factor. *Environmental Pollution*, (126), 9-19.
- Bettini, S., Ciani, F., & Franceshini, V. (2006). Recovery of the olfactory receptor neurons in the African tilapia marine following exposure to low copper level. *Aquatic Toxicology*, (76), 321-328.
- Biney, C., Amazu, A. T., Calamari, D., Kaba, N., Mbome, I. L., Naeve, H., Ochumba, P. B. O., Osibonjo, O., Radegonde, V., & Saad, M. A. H. (1994). Review of heavy metals in the African aquatic environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, (31), 134-159.
- Cicik, B. (2003). Bakır-Çinko etkileşiminin sazan (*Cyprinus carpio*)'nın karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki metal birikimi üzerine etkileri, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12(48), 32-36.
- Dündar, Y., & Aslan, R. 2005. Yaşamı kuşatan ağır metal kurşunun etkileri. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 6,1-5.
- Eisler, R. (2000). Handbook of Chemical Risk Assessment Health Hazards to Humans, Plants, and Animals. United States of America, 1, 844 pp.
- El-Serafy, S. S., Zowail, M. E., Abdel-Hameid, N. A. H., Awwad, M. H., & Omar, E. H. (2013). Effect of diet borne Cu and Cd on body indices of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with emphasis on protein pattern. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(4), 593-602.
- Goyer, R. A., Klaassen, C. D., Amdur, M. O., & Doull, J. (Eds). (1986). Casarett and Doull's Toxicology The Basic Science of Poisons, Macmillian Publ. Co., New York, 582.
- Habib, S. A., & Samah, S. (2013). Effect of heavy metals pollution on protein biosynthesis in catfish, *Journal of Water Resource and Protection*, (5), 555-562.
- Heath, A. G. (1995). Water pollution and fish physiology. CRC Press, Boca Raton, FL, 339.
- Hilmy, A. M., El Domiaty, N. A., Daabees, A. Y., Abdel Latife, & H. A., (1987). Some physiological and biochemical indices of zinc toxicity in two fresh water fishes, *Clarias lazera* and *Tilapia zilli*. *Comp. Biochem. Physiol. C*, 87(2),297-301.
- Hamoud Fares Alkahemal-Balawi, Z. A., Al-Akel, A. S., Al-Misned, F., El-Amin, M. S., & Al-Ghanim, K. A. (2011). Toxicity bioassay of lead acetate defects of its sublethal exposure on growth, haematological parameters and reproduction in *Clarias gariepinus*, *African Journal of Biotechnology*, 10(53),11039-11047.
- Hollis, L., Hogstrand, C., & Wood, C. M. (2001). Tissue specific cadmium accumulation metalloprotein induction and tissue zinc and copper ligands during chronic sublethal cadmium exposure in juvenile rainbow trout. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 41(4), 468-474.
- Karayakar, F., Cicik, B., Çiftçi, N., Karaytuğ, S., Erdem, C., Ay, Ö., (2010). Accumulation of copper in liver, gill and muscle tissues of *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). *J. of Animal and Veterinary Advances*, 9(17), 2271-2274.

- Kruger, T. (2002). Effects of zinc, copper and cadmium on *Oreochromis mossambicus* free-embryos and randomly selected mosquito larvae as biological indicators during acute toxicity testing, *Rand Afrikaans University, Faculty of Science, Johannesburg S.A.*, 156.
- Levesque, H. M., Moon, T. W., Campbell, P. G. C., & Hontela, A. (2002). Seasonal variation in carbohydrate and lipid metabolism of yellow perch (*Perca flavescens*) chronically exposed to metals in the field. *Aquatic Toxicology*, 60(3-4), 257-267.
- Martin-Diaz, M., Tuberty, S., McKenney, C., Sales, D., & DelVals, T. (2005). Effects of cadmium and zinc on *Procambarus clarkii*: simulation of the aznal collarmining spill, *Ciencias Marinas*, 62(1), 113-124.
- Martínez-Gómez, C., Fernández, B., Benedicto, J., Valdés, J., Campillo, J. A., León, V. M., & Vethaak, A. D. (2012). Health status of red mullets from polluted areas of the Spanish Mediterranean Coast, with special reference to Portmán (SE Spain). *Marine Environmental Research*, 77, 50-59.
- Randak, T., Zlabek, V., Pulkrabova, J., Kolarova, J., Kroupova, H., Siroka, Z., Velisek, J., Svobodova, & Z., Hajslova, J. (2008). Effects of pollution on chub in the River Elbe, Czech Republic. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. doi:10.1016/j.ecoenv.2008.09.020.
- Sanchez, W., Katsiadaki, I., Piccini, B., Ditché, J. M., Porcher, J. M. 2008. Biomarker responses in wild three-spined stickle back (*Gasterosteus aculeatus* L.) as a useful tool for fresh water biomonitoring: a multiparametric approach. *Environment International*, 34(4), 490-498.
- Sastry, K. V., & Sunita, K. (1984). Chronic toxic effects of chromium in *Channa punctatus*. *J. Environ. Biol.*, 5, 47-52.
- Sindhe, V. R., & Kulkarni, R. S. (2004). Gonadosomatic and hepatosomatic indices of the freshwater fish *Notopterus notopterus* (Pallas) in response to some heavy metal exposure. *Journal of Environmental Biology/Academy of Environmental Biology, India*, 25(3), 365-368.
- Vives, I., Grimalt, J., Fernandez, P., & Rosseland, B. (2004). Polycyclic aromatic hydrocarbons in fish from remote and high mountain lakes in Europaand Greenland. *Science of the Total Environment*, 324, 67-77.
- Yılmaz, S., Yılmaz, M., Polat, N., & Bostancı, D. (2007). Altunkaya Baraj Gölü (Samsun, Türkiye)'nde yaşayan sudak balığı *Sander lucioperca* (L., 1758)'nın yaş ve büyüme özellikleri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 273-283.

Türkiye Faunası İçin Yeni Bir Su Kenesi (Acari; Hydrachnidia; Hygrobatidae) Türü: *Atractides inflatipes* (Lundblad, 1956)*

Pınar GÜLLE^{1**}, Yunus Ömer BOYACI², İskender GÜLLE¹

¹Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Science and Arts, Burdur, Turkey.

²Süleyman Demirel University, Eğirdir Fisheries Faculty, Isparta, Turkey.

Geliş : 05.05.2016

Kabul : 07.10.2016

Araştırma Makalesi / Research Paper

**Corresponding author: pnarozsimsek@gmail.com

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Özet

Bu çalışmada, *Atractides inflatipes* (Lundblad, 1956) dişilerinin bazı yapısal özellikleri örneklerimiz üzerinden gözden geçirilerek yeniden düzenlenmiş, çeşitli organlarının şekilleri çizilmiş ve ölçümleri yapılmış, ayrıca türün dağılımı üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler: *Atractides inflatipes*, Hydrachnidia, yeni kayıt, Burdur

A New Water Mite Species for the Fauna of Turkey: *Atractides inflatipes* (Lundblad, 1956) (Acari; Hydrachnidia; Hygrobatidae)

Abstract

In this study, some structural features of *Atractides inflatipes* (Lundblad, 1956) females based on our material were revised, some body parts were measured and illustrated, distribution of the species was also evaluated.

Keywords: *Atractides inflatipes*, Hydrachnidia, new record, Burdur

*The study was supported by Mehmet Akif Ersoy University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project no: 177–NAP–13).

INTRODUCTION

Water mites of the genus *Atractides* Koch, 1837 have been found in all biogeographical regions except for Australia and Antarctica. Most species are found only in clean waters with well conserved substratum, thus they are probably sensitive to many forms of human impact (Gerecke, 2003). With 29 species, the genus *Atractides* is among the most species rich genera of the water mite fauna of Turkey which has been insufficiently known (Erman et al., 2010; Gülle et al., 2010; Aşçı et al., 2011; Esen et al., 2013; Esen and Erman, 2013).

Among the material collected during an extensive survey of the water mite fauna of Burdur Province in southwestern Turkey in 2014–2015 period, one *Atractides* species was found to be new record for the fauna of Turkey.

MATERIAL and METHODS

Water mites were collected by hand netting and sorted on the spot from the living material, preserved in Koenike's fluid and dissected for slide mounting in Hoyer's fluid. All measurements are given in µm. For a detailed description and discussion of the characteristics of the genus *Atractides* and a detailed methodological introduction, see

Gerecke (2003). The following abbreviations are used: Ac= acetabulum, Cx-I = first coxae, H = height, L = length, I-L-6 = Leg 1, sixth segment, P-1 = palp, first segment, S-1 = large proximal ventral seta at I-L-5, S-2 = large distal ventral seta at I-L-5, Vgl = ventroglandulare, W = width.

RESULTS

Systematics

Family Hygrobatidae Koch, 1842

Genus *Atractides* Koch, 1837

***Atractides inflatipes* (Lundblad, 1956)**

Female. Dorsal integument striated, without ant plates. Idiosoma 813/578. Caudal margin of Cx-1 slightly convex. Cx-1+2 240, Cx-3+4 271. I-L-5 thickened, L/W 22673, ventral seta of I-L-5 very close to S-1, the distance between heteromorphic S-1 and S-2 broad; S-1 L 141, S-2 L: 102. I-L-6 arched and cylindrical, L/W 211/20. Palp slender, lateral seta of P-4 positioned at the center of ventral setae Palp 1-5 L: 32-73-102-117-35, H: 44-47-41-32-11. Genital plate 108, gonopor 120. Ac-1-2-3 36-30-30. Vgl -1 not fused with Vgl-2.

DISCUSSION

Previously recorded only from France and Montenegro, *Atractides inflatipes* is differentiated from closest species by slender palp and closeness of ventral seta to S-1, as well as cylindrical and arch-shaped I-L-6 (Gerecke, 2003). Elongated shape of I-L-6 and palp shape is somewhat similar to *A. distans*, from which the species differs by the long and thick S-1 and S-2, as well the position of the lateral seta of the P-4 and the shape of genital area.

Studied Material and Habitat

Kapız stream, close to the source, with mosses ve liverworts, Yeşilbaşköy, Ağlasun, Burdur, 4 females, 08.09.2014, leg. İ. Gülle; slow flowing stream bed, submerged macrophytic vegetation, Güney, Yeşilova, Burdur, 2 females, 03.07.2015, leg. İ. Gülle.

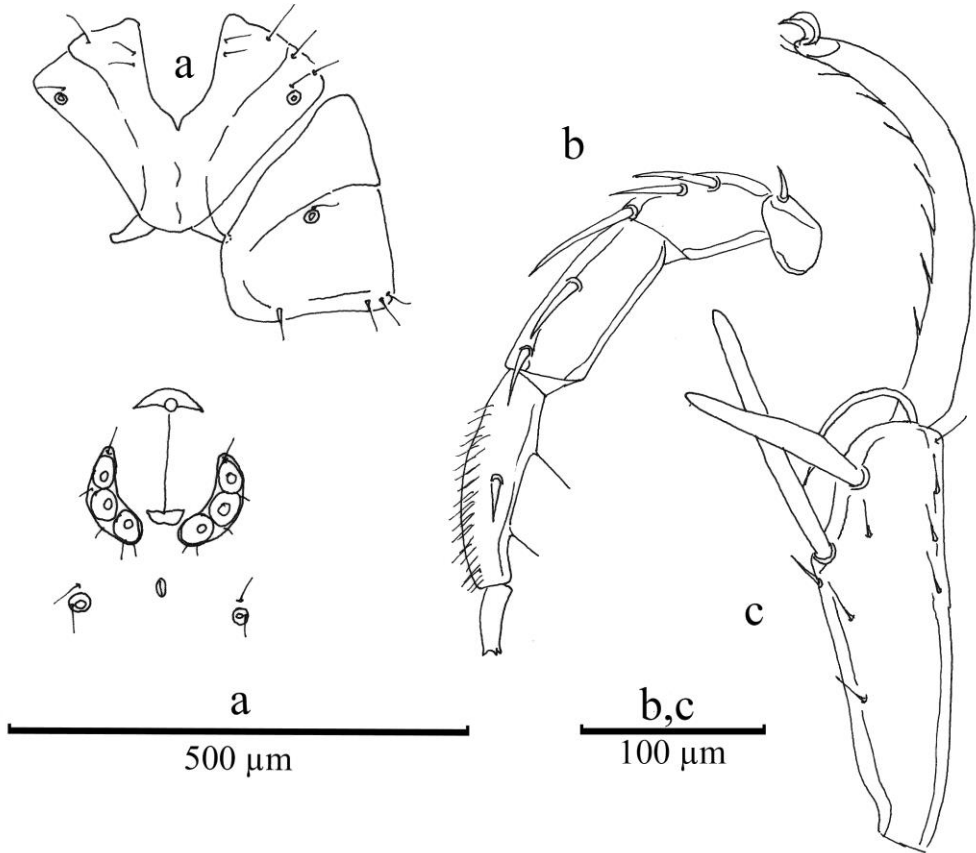


Figure 1. *Atractides inflatipes*: Female a) Idiosoma ventral b) Palp c) I-L-5-6

REFERENCES

- Aşçı, F., Boyacı, Y.Ö. & Özkan, M. (2011). Two new water mite records (Acari, Hydrachnidia, Hygrobatidae) for the Turkish fauna. *Cankaya University Journal of Science and Engineering*, 8 (2), 201–204.
- Erman, O., Pesic, V., Esen, Y. & Özkan, M. (2010). A checklist of the water mites of Turkey (Acari: Hydrachnidia) with description of two new species. *Zootaxa*, 2624, 1–48.
- Esen, Y. & Erman, O. (2013). Bingöl ili su keneleri (Acari: Hydrachnidia) faunası. *Firat University Journal of Science*, 25 (2), 105–114.
- Esen, Y., Dilkaraoğlu, S. & Erman, O. (2013). A systematic study on water mites (Acari: Hydrachnidia) of Kemaliye district (Erzincan). *Türkiye Entomoloji Derneği*, 37(3), 263-276.
- Gerecke, R. (2003). Water mites of the genus *Atractides* Koch, 1837 (Acari: Parasitengona: Hygrobatidae) in the western Palaearctic region: A revision. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 138, 141–378. doi:10.1046/j.1096-3642.06-0.00051.x
- Gülle, P., Boyacı, Y.Ö., Kebapçı, Ü. & Gülle, İ. (2010). A new *Atractides* Koch, 1837 (Acari: Parasitengona: Hygrobatidae) species for the Turkish fauna. *Oltenia – Studii Si Comunicari Stiintele Naturii*, 26 (2), 84–86.

Pupa Çayı Havzası'nın (Isparta) Besin Elementleri Yükünün Belirlenmesi*

Ayça ASLANTÜRK**, Osman ÇETİNKAYA

Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Isparta.

Geliş : 17.05.2016

Kabul : 29.09.2016

Araştırma Makalesi / Research Paper

**Sorumlu yazar: aycaakar@windowslive.com

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Özet

Güney-Batı Anadolu'da Göller Bölgesinde yer alan Pupa Çayı havzası sularını Eğirdir Gölü'ne boşaltmaktadır. Bu çalışma Pupa Çayı ve Eğirdir Gölü'nün kirlenmesinde etken olan havza besin elementleri yükünün ortaya konulması ve besin elementleri kirliliği kontrolü için havzada alınabilecek önlemlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada Ağustos 2011–Mayıs 2012 arasında havzada seçilen 7 noktada mevsimsel olarak alınan örneklerle havza yüzey sularının besin elementleri konsantrasyonları belirlenmiş, incelemeler yapılmış ve gübre kullanım verileri toplanmıştır. Havzanın Eğirdir Gölü'ne yüklediği NO₃-N 205,004 kg/yıl, NH₄-N 184,870 kg/yıl, PO₄-P 560,624 kg/yıl olarak hesaplanmıştır. Kullanılan kimyasal ve organik (hayvansal) gübreler havza besin elementi yükü üzerinde etkili olup, gübrelerin havzada su kirliliği oluşturma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Pupa çayı, kolları ve sulama kanalları yerleşim yerlerinden artılmadan yüzey suyuna verilen evsel atıklar ve tarımsal kirleticilerin etkisi altındadır. Havzadan yüzey ve yer altı sularına geçen besin elementi yükünün azaltılması için kentsel atık su arıtımı, iyi tarım uygulamaları, daha az ve doğru gübre kullanımı konularında önlemler alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: Nitrat, Amonyum, Ortofosfat, Havza, Ötrofikasyon, Su kirliliği

Estimation of Nutrients Load of Pupa River Basin (Isparta, Turkey)

Abstract

The Pupa river basin, located in Lakes District of Turkey, south-east Anatolia. The basin inflows its waters to Lake Eğirdir. The purpose of this study was to estimate nutrients loading rates to Lake Eğirdir that is a pollution causative factor for the lake and to suggest pollution control measures that can be applied for lake Eğirdir on the basin level, based to the investigations and estimations. Nutrient concentrations of the Pupa River's basin were determined through seasonal samples obtained at 7 sampling points between August 2011 and May 2012. In the same time investigations were made and fertilizers and manure usage data in the basin were collected. The nitrate nitrogen, ammonia nitrogen, orthophosphate loads per year for the lake Eğirdir coming from the basin were estimated as 205.004 kg; 184.870 kg; 560.624 kg, respectively. It can be seen that artificial fertilizers and animal manures used in the basin are efficient on nutrient load of the basin and it was established that these fertilizers potentially caused water pollution in the area. On the investigations it can be clearly seen that the Pupa River's basin is influenced by pollutants as municipal wastes which are passed into the surface water without any treatment or purification, and agricultural wastes and fertilizers. There is an urgent need for taking precautions for minimizing the nutrient load coming from the basin into surface and groundwater and measures should be taken in municipal waste water treatment and in good agricultural practices such as less and on time fertilizer usage.

Keywords: Nitrate, Ammonium, Orthophosphate, Basin, Eutrophication, Water pollution

***Bu çalışma 2819-YL-11 numarasıyla SDÜ-BAP tarafından desteklenen yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. V. Ulusal Limnoloji Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.**

GİRİŞ

Hayatın doğuş yeri olan su, canlı yaşamının sürdürebilmesi için gerekli en temel kaynaklardan biridir. Hızlı nüfus artışı, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler gibi etkenler suya olan gereksinimi artırmakta bu durumda da mevcut su kaynaklarının daha dikkatli kullanılması ve kirlenmeye karşı gerekli tedbirlerin bir an önce alınmasını gerektirmektedir (Demer, 2008).

Su kaynaklarının kirlenmesinde önemli role sahip kirletici gruplarından biri besin elementleridir. Besin elementlerinden N ve P ortamda doğal olarak düşük konsantrasyonlarda bulunurken asıl olarak insan faaliyetleri (baraj inşası, sulak alanların drenajı ve akış yönü ve miktarının değiştirilmesi, kanalizasyon, tarım arazilerinden gelen kimyasallar gibi) sonucu ortaya çıkar (UNEP/WHO, 1996; Lijeström, 2007).

Türkiye'nin önemli tatlı su göllerinden biri olan Eğirdir Gölü; içme ve kullanma suyu, sulama, balıkçılık, rekreasyon ve su sporları gibi çok amaçlı olarak kullanılmaktadır. Göle katılan akarsuların gölün kirlenmesinde etkili olduğu sıkça dile getirilmektedir (Mutlutürk vd., 1991; Şener vd., 2010). Eğirdir Gölü'ne dökülen akarsulardan biri de Pupa Çayıdır. Pupa çayı havzasının gerek kentsel atıklar gerekse tarım alanları itibariyle azot ve fosfor verme potansiyeli net olarak bilinmemektedir.

Bu çalışma ile Pupa Çayı'nın besin elementi durumunu belirlemek, kirlenme kaynakları konusunda bir bakış açısı sağlamak, Eğirdir Gölü'nün kirlenmesi ile ilgili kaygılar konusunda bilimsel veriler ortaya koymak, havzadan Eğirdir gölüne besin elementi yüklemesini nicelik olarak tahmin etmek amaçlanmıştır. Ayrıca, havzadan kaynaklanan N ve P şekilleri ile bu şekillere dayalı olarak azot ve fosforun kökenleri belirlenmeye çalışılmıştır.

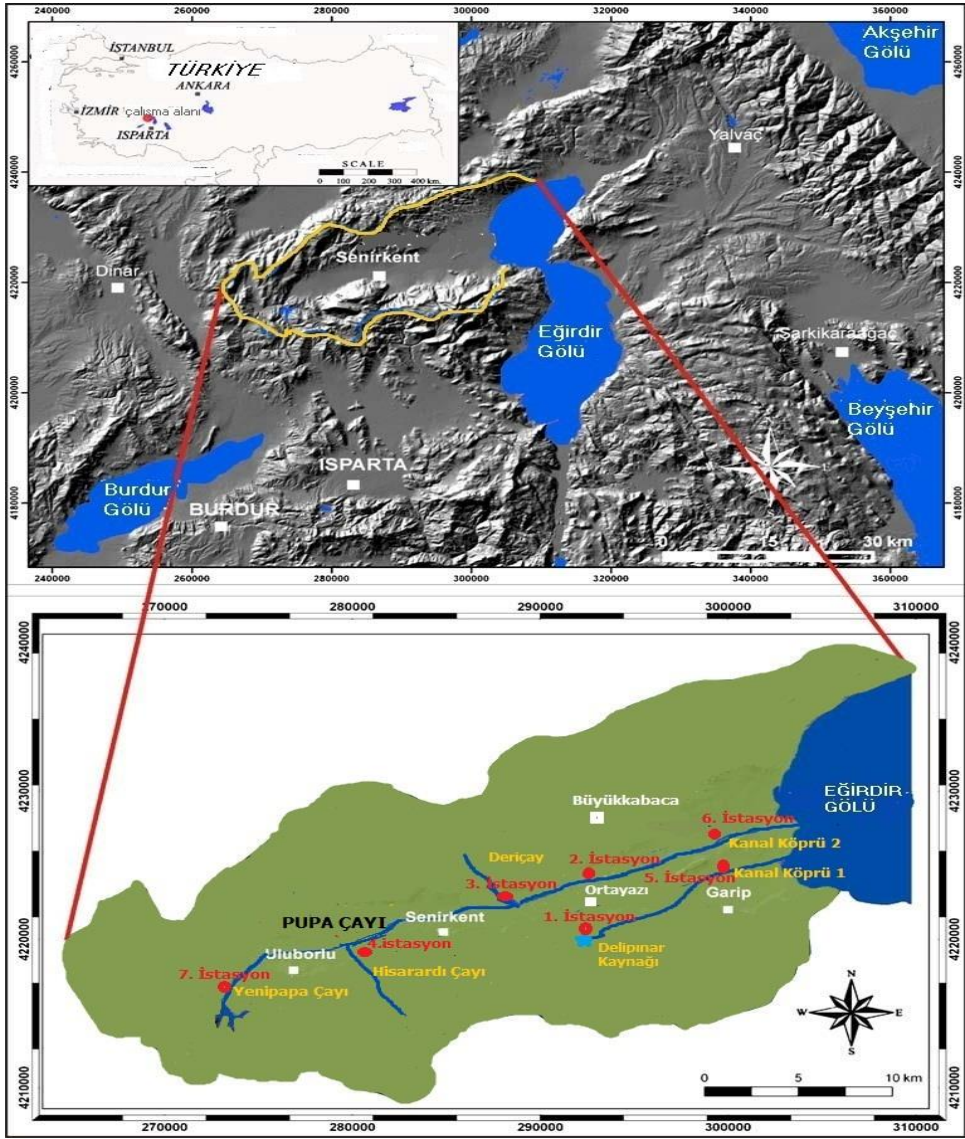
MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı

Pupa Çayı, (38°01'59.22''-38°07'42.38''K; 30°21'59.85''-30°49'34.27''D) Türkiye'nin Göller Bölgesi'nde ve Eğirdir Gölü'nün batısında olup gölü besleyen en önemli akarsulardan biridir. Isparta Uluborlu ilçesi batısından doğmakta ve Senirkent'in içinden geçerek Eğirdir Gölü'ne dökülmektedir. Pupa Çayı yaklaşık 45 km uzunluğa sahiptir. Havza alanı yaklaşık 753 km²'dir (Şekil 1) (Tay, 2005).

Havzada; Senirkent ilçesi merkezde 5747 kişi ve belde ve köylerde 6845 kişi olmak üzere toplamda 12292 nüfus; Uluborlu ilçesi ise merkezde 6060 kişi ve köylerde 1105 kişi olmak üzere toplam 7165 nüfus, havzanın tümünde toplam nüfus 19457 yaşamaktadır (TÜİK, 2014).

Havzadan Pupa Çayı, sulama kanalları artık suyu ve Delipınar Kaynağı ile Eğirdir Gölü'ne boşalım olmaktadır. Pupa çayı üzerinde Senirkent köprüsünde 1974–2000 yılları arasında DSİ tarafından yapılan ölçümlerde ortalama yüzeysel akış miktarı (debi) 12,84 x 10⁶ m³/yıl olarak bulunmuştur. Ancak ölçüm yapılan nokta havzanın ortasında bulunduğundan ve havza drenaj sistemi de göz önünde tutularak toplam yüzeysel akış yolu ile boşalım bu değer iki katı olan 25,68 10⁶ m³/yıl olarak kabul edilmiştir (Seyman, 2005).



Şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar (Şener 2009'dan dönüştürülmüştür.)

Su Örneklerinin Alınması, Saklanması ve Çözümlemeleri

Senirkent-Yalvaç D320 karayolu güzergahında Pupa Çayı üzerinde 5; havzadaki diğer su kaynakları üzerinde 2 istasyon belirlenmiş, koordinatları GPS yardımıyla kaydedilmiştir. Su örnekleri Ağustos 2011- Mayıs 2012 tarihleri arasında mevsimsel olarak alınmıştır.

Su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen(mg/l) ve oksijen doygunluğu (%) WTW Oxi 320 ile; Elektriksel iletkenlik (25°C µS/cm)YSI 30 SCT metre ile; pH WTW pH 330i pH metre ile örnek alımı sırasında ölçülmüştür. Su örneklerinde amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$), ortofosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$), askıda katı madde AKM (mg/l), bulanıklık (NTU) değerleri laboratuarda ölçülmüştür. $\text{NH}_4\text{-N}$ mg/l, $\text{NO}_3\text{-N}$ mg/l, $\text{PO}_4\text{-P}$ µg/l:

Mercfotometrik test kitleri kullanılarak NOVA 60 spektroquant ile;bulanıklık (NTU); Hatch marka türbiditimetre ile ölçülmüştür.

Besin Elementi Yükünün Belirlenmesi

Havzanın ortalama yıllık yağış miktarının havza alanı ile çarpılmasından havzanın ortalama yıllık buharlaşma miktarı ile havza alanının çarpımının çıkarılması ile havzanın net su kazancı bulunmuştur (Canik, 1971).

$$NSK = (OY \times A) - (OB \times A)$$

OY= Ort. Yıllık yağış, **OB**= Ort. Yıllık buharlaşma, **A**= Havzanın alanı

Su kaynaklarının ortalama besin elementleri konsantrasyonları ile havzanın net su kazancı çarpılarak; havzanın Eğirdir Gölü'ne 1 yılda taşıdığı besin elementleri miktarı bulunmuştur.

$$YD = \text{Ort. besin element konsantrasyonu} \times NSK$$

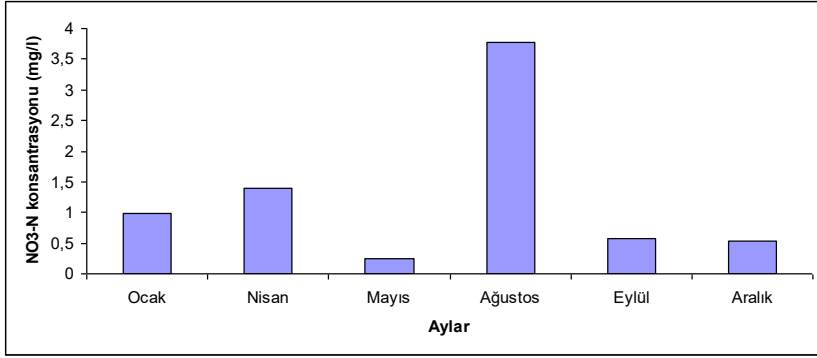
Havzadaki su kaynaklarında bulunan besin elementlerinin bir kaynağı da havzada kullanılan hayvansal gübrelerdir. Havzada kullanılan hayvansal gübre miktarının hesaplanmasında havzada bulunan hayvan sayısı baz alınmaktadır. TÜİK'dan alınan 2014 yılı ilçeler bazında hayvan mevcutları ile Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM)'den alınan verilere göre hayvan başına 1 yılda elde edilebilecek hayvansal gübre miktarları çarpılarak havzada üretilen toplam hayvansal gübre miktarı bulunmuştur.

İstatistik Analizler

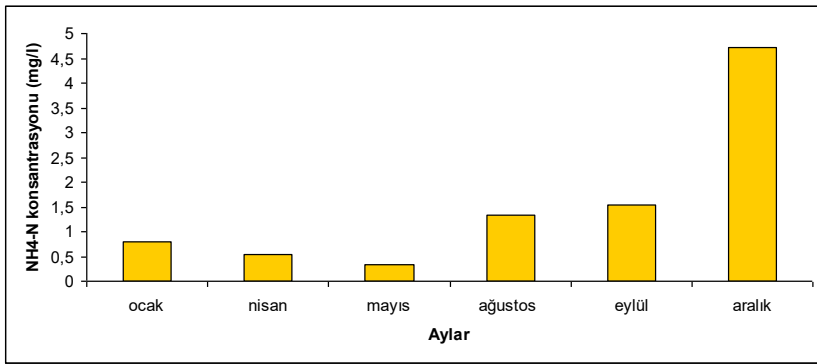
Havzada bulunan besin elementleri konsantrasyonları ile yapılan gübreleme arasındaki ilişki ise Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan alınan 2009 yılı Senirkent-Uluborlu ilçelerinde çiftçiye satılan gübre toplamı (ton) verileri ile aylara göre havzada bulunan ortalama besin elementleri konsantrasyonları korelasyon analizi ile incelenmiş, besin elementleri yükleme değerlerinin % 95'lik güven aralıkları EXCEL paket programı ile hesaplanmıştır.

BULGULAR

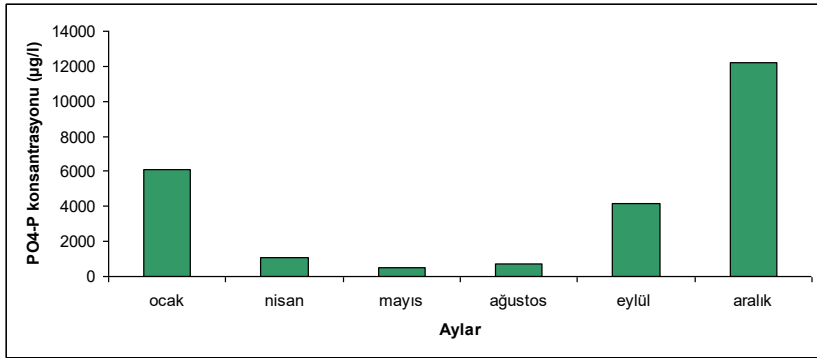
Araştırma süresince çalışma alanında ve laboratuarda belirlenen fizikokimyasal parametreler istasyonlardaki örnek sayıları, en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri ve standart hataları Tablo1'de, besin elementlerinin aylık değişimleri de Şekil 2-4 'de verilmiştir.



Şekil 2. İstasyonların NO₃-N konsantrasyonları ortalamasının aylara göre değişimi



Şekil 3. İstasyonların NH₄-N konsantrasyonları ortalamasının aylara göre değişimi



Şekil 4. İstasyonların PO₄-P konsantrasyonları ortalamasının aylara göre değişimi

Tablo 1. Pupa Çayı Havzasında örnek yerlerinde fizikokimyasal parametrelerinin çalışma süresince belirlenen değerler

Parametreler	1. istasyon	2. istasyon	3.istasyon	4. istasyon	5. istasyon	6. istasyon	7.istasyon
	Ort. \pm SE Min - Max	Ort. \pm SE Min - Max	Ort. \pm SE Min - Max	Ort. \pm SE Min - Max	Ort. \pm SE Min - Max	Ort. \pm SE Min - Max	Ort. \pm SE Min - Max
Su sıcaklığı (°C)	10,4 \pm 2,26 7,2-17,1(n= 4)	10,4 \pm 3,44 0,4-20,9(n=6)	11,3 \pm 3,567 - 1,4 - 23(n=6)	9,3 \pm 2,991 -1 - 20(n=6)	15,4 \pm 3,7 3-24(n=5)	13,32 \pm 3,49 1,8 - 22(n=5)	16,55 \pm 0,35 16,2 - 16,9(n=2)
pH	8,3 \pm 0,18 7,85 - 8,75(n= 4)	8,9 \pm 0,432 7,72 - 10,3(n=6)	8,913 \pm 0,377 7,7 - 9,86(n=6)	9,08 \pm 0,282 8,37 - 10,25(n=6)	9,4 \pm 0,62 7,55 - 10,93(n=5)	9,39 \pm 0,59 7,48 - 10,66(n=5)	9,8 \pm 0,53 9,27 - 10,33(n=2)
Elektriksel iletkenlik (25 °C) (μ s/cm)	217,4 \pm 27,2 182,5 - 298,5 (n= 4)	446,1 \pm 76,387 218,5-690(n=6)	341,6 \pm 41,139 216,5-486(n=6)	257,9 \pm 30,854 193-366,2(n=6)	532 \pm 168,8 314,8-1195(n=5)	305,4 \pm 20,6 241,8-368,1(n=5)	285,5 \pm 5,86 280-291,7(n=2)
Çözünmüş oksijen (mg/l)	1,4 \pm 0,26 1,19-2(n=3)	2,03 \pm 0,648 0,28-4,21(n=6)	4 \pm 0,663 1,7-6,43(n=6)	3,8 \pm 1,115 1,45-8,53(n=6)	3,3 \pm 0,81 1,15-5,28(n=5)	2,7 \pm 0,6 0,18-3,8(n=5)	1,07 \pm 0,05 1,02-1,13(n=2)
Oksijen doygunluğu (%)	17,2 \pm 2,18 10,7-19,8(n= 4)	22,4 \pm 8,098 1,8-47,5(n=6)	41,6 \pm 7,297 18,5-70,2(n=6)	39,2 \pm 11,587 18,2-88,7(n=6)	36,8 \pm 9,01 11,6-57,1(n=5)	29,3 \pm 7,81 1,5-48(n=5)	13,2 \pm 2,7 10,5-15,9(n=2)
Bulanıklık (NTU)	1,6 \pm 0,34 1,13-2,3(n= 3)	180,6 \pm 112,6 2,4-612(n=5)	257,7 \pm 149,2 11,5-716(n=5)	229,7 \pm 137,89 5,3-602(n=5)	49,07 \pm 22,8 3,7-96(n=4)	103 \pm 40,3 6-196(n=4)	24,75 \pm 22,3 2,5-47(n=2)
Askıda katı madde(mg/l)	1,3 \pm 0,29 0,68-2,1(n= 4)	15,8 \pm 10,881 0,8-69,1(n=6)	29,468 \pm 16,34 0,3-92,8(n=6)	21,5 \pm 12,975 0,2-66,8(n=6)	2,2 \pm 1,06 0,5-5,1(n=5)	59,4 \pm 47,44 2,73-267,2(n=5)	124 \pm 2 122-126(n=2)
Nitrat azotu(NO ₃ -N) (mg/l)	0,7 \pm 0,24 0,2-1,4(n= 4)	1,2 \pm 0,434 0,1-3,2(n=6)	1,01 \pm 0,321 0,3-2,2(n=6)	1,7 \pm 0,988 0,2-6,4(n=6)	0,35 \pm 0,134 0,1-0,7(n=5)	2,08 \pm 1,05 0,3-6,1(n=5)	0,75 \pm 0,45 0,3-1,2(n=2)
Amonyum azotu (NH ₄ -N) (mg/l)	0,4 \pm 0,31 0,02-1,28(n= 4)	2,07 \pm 1,167 0,02-5,8(n=6)	3,4 \pm 1,975 0,53-13,2(n=6)	0,4 \pm 0,216 0,03-1,4(n=6)	0,08 \pm 0,03 0,02-0,2(n=5)	0,08 \pm 0,56 0,05-0,3(n=5)	0,08 \pm 0,03 0,05-0,12(n=2)
Orto-Fosfat fosforu (PO ₄ -P) (μ g/l)	6900 \pm 5215 350-19000(n= 4)	10088,3 \pm 5380 600-27800(n=6)	2826,6 \pm 1175 450-8400(n=6)	538,3 \pm 314 100-2100(n=6)	165 \pm 43,4 40-270(n=5)	676 \pm 241,9 150-1500(n=5)	215 \pm 145,4 70-360(n=2)

Pupa Çayı Havzası'nın Yıllık Besin Elementleri Yükleme Değerleri

$NSK = [622 \text{ mm/yıl} \times 753 \text{ km}^2] - [378, 92 \text{ mm/yıl} \times 753 \text{ km}^2] = 183040 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Havzanın besin elementi yükleme değerleri

	Havzanın ortalama besin elementi konsantrasyonu	Yükleme kg/yıl
Nitrat azotu (mg/l)	1,12 ± 0,23	205,004 (162,91 – 247,1)
Amonyum azotu (mg/l)	1,01 ± 0,47	184,870 (98,84 – 270,9)
Ortofosfat fosforu (µg/l)	3062,85 ± 1,49	560,624 (560,35 – 560,9)

Tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde besin elementlerinin temel kaynağı kullanılan gübrelerdir. Pupa çayı havzasında GTHB Isparta İl Müdürlüğü'nden alınan verilere göre 2009 yılında toplamda 1919,21 ton gübre kullanılmıştır (GTHB 2011). Havzada kullanılan gübreler ile havzanın ortofosfat fosforu dışındaki besin elementi konsantrasyonu arasında, yapılan korelasyon analizi ile çok zayıf ilişki görüldüğü tespit edilmiştir. Yalnızca havzada kullanılan; TSP ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) (% 42–44 P_2O_5), DAP 18.46.0 ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), kompoze 20.20.0, kompoze 20.20.0 süper, kompoze 15.15.15. süper, kompoze 13.24.12+ 4S+Zn, kompoze 12.30.12 gübreleri ile su kaynaklarında hesaplanan ortalama ortofosfat fosforu konsantrasyonları arasındaki ilişkiye bakılmak üzere yapılan korelasyon analizlerinde; havzada kullanılan fosfor içerikli gübreler ile havzanın ortofosfat fosforu konsantrasyonu arasında orta derecede bir ilişki tespit edilmiştir ($r = 0,4$).

Havzadaki yerleşim yerlerinde yaşayan halkın tarım dışındaki bir diğer gelir kaynağı da hayvancılıktır. Havzada 4303 büyükbaş, 30258 küçükbaş ve 2407 kümes hayvanı bulunmaktadır (TÜİK 2014).

YEGM'den alınan bilgilere göre;

1 büyükbaş hayvan 3,6 ton/yıl yaş gübre,

1 küçükbaş hayvan 0,7 ton/yıl yaş gübre,

1 kümes hayvanı 0,022 ton/yıl yaş gübre açığa çıkardığından; bu bilgilerden yola çıkılarak Pupa Çayı havzasında ortaya çıkan toplam hayvansal gübre miktarı 89624,5 ton'dur.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en yüksek $\text{NO}_3\text{-N}$ değeri Ağustos ayında 6.istasyonda (6,1 mg/l) görülmüştür. Sularda nitratın asıl kaynağını azotlu gübreler, organik maddeler ve doğadaki bazı minerallerin oluşturur. Çiçek (2011) çevresel koşulların etkisiyle özellikle sel zamanlarında ve organik kirlenmenin olduğu dönemlerde nitrat değerinin önemli düzeyde arttığı, kanalizasyon sularının karışması durumunda nitrat derişiminin yükseldiği, yeşil bitkiler tarafından kullanıldığı ve bakterilerin denitrifikasyonu ile ortamdaki nitrat değerinin düşürüldüğü belirtilmektedir. En yüksek değerin Ağustos ayında 6.istasyonda görülmesinin nedeninin su kaynağına verilen

kanalizasyon suları ve havzada yaz aylarında kullanılan amonyum nitrat, üre ve potasyum nitrat gübresi olduğu söylenebilir. Ayrıca 6.istasyonda Ağustos ayında nitrat konsantrasyonunun yüksekliğinden dolayı aşırı ötrofikasyon görülmüştür. Çiçek (2011)'e göre yüzey sularında nitrat azotunun 5 mg/l' nin üzerinde olması evsel ya da tarımsal etkinliklere bağlanmaktadır. EPA (2009)'ya göre ise içme suyunda maksimum bulunması gereken nitrat azotu değerinin 10 mg/l olduğu ve içme sularındaki nitratın temel kaynaklarının kullanılan gübrelerin yüzey akışları ile sulara karışması, kanalizasyon ve erozyon olduğu bildirilmiştir.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en yüksek $\text{NH}_4 - \text{N}$ değeri Aralık ayında 3.istasyonda (13,2 mg/l) görülmüştür. En yüksek amonyum azotu miktarının Aralık ayında olmasının nedeni Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında yoğun miktarlarda kullanılan DAP 18.46.0. $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)$ gübresi olduğu söylenebilir. Ayrıca akarsuyun etrafında geniş tarım arazilerinin yer alması akarsuda yüksek amonyum azotu görülmesinin nedenlerinden biri olarak görülebilir.

Havzada bulunan su kaynaklarında ölçülen en yüksek $\text{PO}_4 - \text{P}$ değeri Aralık ayında 2.istasyonda (27800 $\mu\text{g/l}$) görülmüştür. Fosforun temel kaynağını %91 gibi bir oranla tarımsal alanlar oluşturmakta ayrıca evsel atıklardaki temizlik maddeleri, lağım suyu ve yiyecek maddelerinin de fosfor kaynaklarını oluşturur. Aralık ayında su akış hızının düşük olması, yerleşim yerlerinin kanalizasyon sularının 2.istasyon Ortayazı Köprüsü noktasına boşaltılmış olması, akarsuyun etrafında geniş tarım arazilerinin yer alması ve Eylül, Ekim, Kasım, Aralık aylarında DAP 18.46.0. $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)$ gübresinin yoğun miktarlarda kullanılmış olması en yüksek ortofosfat fosforu değerinin Aralık ayında 2.istasyonda görülmesinin nedeni olarak görülebilir.

Havzada kullanılan gübrelerin su kaynaklarındaki ölçülen besin elementleri konsantrasyonlarına etkisi veri sayısının yetersiz olması ve havzadaki su kaynaklarının istikrarının kaybolmuş olması gibi etkenler de göz önünde bulundurularak değerlendirilmiştir. Earl (2009), besin elementi tahminlerinin doğruluğunu daha fazla kanıtlamak için başvurulan her bir yöntem (gübre kullanımı, hayvansal ve insan kökenli organik atık vb) daha fazla bilgi eklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Havzadaki su kaynaklarının besin elementleri konsantrasyonları üzerinde havzada kullanılan suni ve hayvansal gübrelerin doğrudan etkili olmadığı; yerleşim yerlerinin kanalizasyon sularının ve sulama suyu artıklarının havzadaki su kaynaklarına verilmesi, kış aylarında oluşan seller, havzada katı atık depolama yerinin bulunmaması gibi etkenlerle birlikte havzadaki besin elementlerinin kaynağı olduğu düşünülmüştür. Tay (2005) havzada katı atık depolama tesisi için en uygun alan olarak İleydağı Köyü'nün 3 km kuzeybatısındaki Çatma Mevkii olduğunu bildirmiştir. Şener (2010) katı atık bertarafı için havzada mevcut alanın % 96,3'nün uygun olmadığı; %1,6'sının orta derecede uygun; %2,1'inin de en uygun olduğunu belirlemiştir.

Ayrıca havzadaki su kaynaklarında hayvansal gübrelerden kaynaklanan potansiyel bir su kirliliği olduğu kanısına varılmıştır. Havzanın giriş noktasından çıkış noktasına gidildikçe besin elementleri konsantrasyonlarının arttığı görülmüştür. Ortalama besin elementleri konsantrasyonlarının en yüksek görüldüğü nokta 2.istasyon (Ortayazı Köprüsü noktası) olup; nedeninin su kaynağına doğrudan boşaltılan yerleşim yerlerinin kanalizasyon suları ve su kaynağının etrafında yer alan geniş tarım arazileri olduğu düşünülebilir. Bahar ve yaz aylarında besin elementleri konsantrasyonlarında artış görülmüş nedenleri arasında en büyük etken su kaynaklarına boşaltılan yerleşim yerlerinin kanalizasyon suları ve bununla birlikte özellikle Mart, Nisan, Mayıs aylarında yapılan

yoğun gübreleme işlemleri olduğu söylenebilir. Smith vd. (2003)'e göre sulardaki besin elementi artışının nüfus artışına paralel olarak, yapay gübre üretimi ve kullanımı, fosil yakıt kullanımının artması ile ilgili olduğu ve bu artışın et üretimi, tarımsal ürün ihracatı verileri ile de tespit edilebileceği ortaya konmuştur.

Havzanın besin elementi yükünün bütüncül olarak belirlenebilmesi için yer altı sularının da besin elementleri konsantrasyon ve yükleri üzerinde çalışma yapılması, yüzey sularında örnekleme noktalarında daha sık aralıklarla ve çok sayıda analiz yapılması gereklidir. Yüzey suyu debilerinin kararsız olması nedeniyle elde edilen verilerdeki sapma yüksektir. Kronvang vd. (2012) nehir havzası yöneticilerinin yüzey sularında ötrofikasyonla mücadele sorununda havzadaki fosforun ana kaynakları ve fosfor bütçe hesaplaması ile ilgili çok sayıda bilginin olması, bu iki konu arasında iyi bir bağlantı kurulması gerektiğini belirtmişlerdir. Fox ve Argent (2009) ise havza modellerinin büyük ölçekli izleme ve yönetim programları için bilgilendirme ve rehberlik açısından çok değerli olduğunu belirtmişlerdir.

Senirkent ve Uluborlu yerleşim merkezleri ile bunlara bağlı olan köylerin kanalizasyon suları Pupa Çayı'na boşaltılmakta ve çayla birlikte de Eğirdir Gölü'ne karışmaktadır. Dolayısıyla Isparta il merkezinin içme suyu ihtiyacının karşılandığı Eğirdir Gölü su kalitesini olumsuz etkilemektedir. Senirkent ve Uluborlu ilçelerine ait kanalizasyon sistemlerinin bir an önce yapılması ve havzadaki bu kirliliğin kontrol altına alınması gerekmektedir. Pupa çayı havzasında hiçbir yerleşim merkezinde katı atık depolama yeri bulunmamaktadır. Havzadaki katı atıklar ve bu atıklardan sızan sular havzadaki su kaynaklarını kirletmektedir. Havza içerisine düzenli bir katı atık depolama tesis veya tesisleri kurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Bartram, J., & Ballance, R. (Ed.). (1996). Water quality monitoring - A Practical Guide To the Design And Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. Published on UNEP/WHO, 348p.
- Canik, B. (1971). Yer altı suyu bilançosu. MTA Enstitüsü Dergisi, No:76, 181-191
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 1988. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. http://sgb.csb.gov.tr/mevzuat/dosyalar/r_20131001011242109_2b666647-5d65-4f8a-b9e6-38d74d61fd29.pdf (Erişim Tarihi: 13.01.2011).
- Çiçek, N.L. (2011). Köprüçay Nehri (Antalya) su kalitesinin fizikokimyasal değerlere ve bentik algelere göre belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 159s, Isparta
- Demer, S. (2008). Isparta ve yakın çevresi yeraltı sularının hidrojeolojik, hidrojeokimyasal ve izotop jeokimyasal incelenmesi ve içme suyu kalitesinin izlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora Tezi, 171s, Isparta
- Earl, J.T., (2009). Modelling Nutrient Loads From British Catchments. University of Essex, Ph.D. Thesis, 250p, England.
- EPA, (2009). National Primary Drinking Water Regulations. Erişim Tarihi: 28.09.2012. Erişim Adresi: <http://water.epa.gov/drink/contaminants/upload/mcl-2.pdf>.
- Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü. 2010. 2009 Yılı aylar itibarıyla ve yıl sonu çiftçiye gübre satış toplamı (ton). Isparta.
- Fox, D.R., & Argent, R.M. (2009). Catchment-wide estimation of sediment-nutrient loads. 18th World IMACS / MODSIM Congress; Australia.

- Kronvang, B., Audet, J., Pedersen, A.B., Jensen, H.S., & Larsen, S.E., (2012). Phosphorus load to surface water from bank erosion in a Danish Lowland River basin, *Journal of Environmental Quality*, 41, 304–313.
- Liljeström, I. (2007). Nitrogen and phosphorus dynamics in the mekong basin: Nutrient balance assessment in a catchment scale. Helsinki University, M.Sc. Thesis, 130p, Finland.
- Mutlutürk, M., Karagüzel, R., Köseoğlu, M., Oran, S., Oğlakçı, M., & Taşdelen, S., (1991). Eğirdir Gölü ve havzası kirletici faktörlerin araştırılması. Göller Bölgesi Tatlı Su Kaynaklarının Korunması ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Isparta, Türkiye.
- Seyman, F. (2005). Senirkent-Uluborlu (Isparta) havzasının hidrojeoloji incelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, 132s. Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Smith, A.R., Alexander, R.B., & Schwarz, G.E., (2003). Natural background concentrations of nutrients in streams and rivers of the conterminous United States. *Environmental Science & Technology*, 37 (14), 3039 – 3047.
- Şener, E., Şener, Ş., & Davraz, A. (2009). Assessment of aquifer vulnerability based on GIS and DRASTIC methods: A casestudy of the Senirkent-Uluborlu basin (Isparta, Turkey). *Hydrogeology Journal*, 17, 2023–2035.
- Şener, Ş., Şener, E., & Karagüzel, R. (2010). Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: A casestudy in Senirkent–Uluborlu (Isparta) basin, Turkey. *Environ Monit Assess.* 173, 533–554.
- Tay, Ş. (2005). Senirkent-Uluborlu (Isparta) havzasının katı atık düzenli depolama yeri seçimine yönelik jeolojik - jeoteknik incelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, 100s, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- TÜİK, (2014). İlçelere göre il/ilçe merkezi ve belde/köy nüfusu. http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?adnksdb2&ENVID=adnksdb2Env&report=wa_turkiye_ilc_e_koy_sehir.RDF&p_il1=32&p_ilce1=1615&p_kod=2&p_yil=2010&p_dil=1&desformat=html (Erişim Tarihi: 28.08.2015) .
- TÜİK, (2014a). İlçelere göre hayvancılık istatistikleri. Erişim Tarihi: 28.08.2015. Erişim Adresi: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>
- UNICEF, 2008. Unicef Handbook Of Water Quality, http://www.unicef.org/wash/files/WO_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf (Erişim Tarihi: 20.08.2011).
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), (2012). Hayvan Ağırlığı Bazında Üretilebilecek Günlük ve Yıllık Yaş Gübre Miktarları. <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx> (Erişim Tarihi: 23.07.2012).

Glifosatın Su Mercimeği (*Lemna minor* L.)'nin Nişasta Birikimine, Klorofil ve Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri*

Özden FAKIOĞLU^{1**}, Muhammed ATAMANALP²

¹Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Erzurum

²Atatürk Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Erzurum

Geliş : 07.10.2016

Kabul : 14.02.2017

Araştırma Makalesi / Research Paper

**Sorumlu yazar: ozden.fakioglu@atauni.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Özet

Bu çalışmada, Su mercimeği (*Lemna minor*) bitkisinin klorofil ve enzim aktivitesi üzerinde glifosat uygulamasının etkisi araştırıldı. İlk olarak Erzurum İli'ndeki farklı su kaynaklarından ve tarımsal alanlardaki deşarj sularından *L.minor* bitkisi toplanmıştır. İkinci aşamada *L.minor* iki hafta aklamaya tabi tutulmuştur ve su mercimeğine laboratuvar ortamında 0,48 gL⁻¹; 2,4 gL⁻¹; 4,8 gL⁻¹; 19,2 gL⁻¹ konsantrasyonlarında glifosat uygulanmıştır. Deneme sonucunda su örneklerindeki NH₃-N, NO₃⁻-N, NO₂⁻-N and PO₄-P değerleri ve bitkideki nişasta oranı (%), klorofil *a* ve klorofil *b* değerleri istatistikî açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05). Katalaz enzim aktivitesi glifosat uygulamasına bağlı olarak değişim göstermiştir. Klorofil *a* ve klorofil *b* değerleri sırasıyla en yüksek ortalama 0,006 mgL⁻¹ ve 0,011 mgL⁻¹ olarak kontrol grubunda 14. günde saptanmıştır. Hem klorofil *a* hem de klorofil *b* için en düşük değer (0,000001 mgL⁻¹) 19,2 gL⁻¹ glifosat konsantrasyonunda 14. günde bulunmuştur. Nişasta birikimi en yüksek (%11,18) 19,2 gL⁻¹ konsantrasyon ve en düşük (% 11,15) 0,48 gL⁻¹ konsantrasyon uygulamasında hesaplanmıştır. Bu çalışmaya göre, *L.minor* bitkisinin glifosatın uzaklaştırılmasında doğal bir arıtım yöntemi olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra glifosatın su mercimekleri üzerine etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için histopatolojik çalışmalar ile beraber enzim aktivitelerinin araştırılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Katalaz enzim aktivitesi, klorofil, *Lemna minor*, nişasta.

Effects of Glyphosate on Starch Accumulation, Chlorophyll and Enzyme Activity of Duckweed (*Lemna minor* L.)

Abstract

We investigated that effect of glyphosate on chlorophyll and enzyme activity of duckweed (*Lemna minor*) in the study. The experiment consisted of two stages. First stage, *L. minor* was collected from fresh water and drainage water of agriculture land in Erzurum. At second stage, *L. minor* plants have been acclimated before glyphosate treatment for 2 weeks and these plant samples were exposed to different concentrations of glyphosate (0.48, 2.4, 4.8 and 19.2 gL⁻¹) in laboratory conditions. NH₃-N, NO₃-N, NO₂-N and PO₄-P concentrations in water sample and starch content (%) of the plant, Chl-a and Chl-b concentration differences at p<0.05 were considered as statistically significant. Catalase enzyme activity exhibited to change depending on glyphosate treatment. Chlorophyll-a and chlorophyll-b were determined the highest mean 0.006 mgL⁻¹ and 0.011 mgL⁻¹ in the control group on 14. day, respectively. The lowest mean for both of them were found 0.000001 mgL⁻¹ at 19.2 gL⁻¹ concentrations of glyphosate exposure on 14. day. Starch accumulation was calculated to be the highest value (11.18%) at concentrations of 19.2 gL⁻¹ and the lowest value (11.15%) at 0.48 gL⁻¹ concentrations. According to results of the present study, *L. minor* was found as a natural purification method for the removal of glyphosate. Nevertheless, both histopathology disorder and enzyme activity should be investigated together to understand the effect of glyphosate on duckweed.

Keywords: Catalase enzyme activity, chlorophyll, *Lemna minor*, starch

***Bu çalışma Atatürk Üniversitesi BAP tarafından desteklenen 2015193 nolu projeden özetlenmiştir.**

INTRODUCTION

In the recent decade, Duckweeds have been investigated as a convenient plant material for ecotoxicological research. A number of researchers have searched the removal of organic and metal contaminants in wastewater with different duckweed species (Appenroth et al., 2010; Leblebici and Aksoy 2011; Mechora et al., 2015; Song et al., 2015; Sree et al., 2015).

Duckweed absorbs organic substances by roots to prevent the growth of algae. The growth of duckweed depends upon the nutrient as ammonium and phosphate forms. Ammonium is important source for duckweed. Duckweed is preferred because of rapid growth rate, removal of high levels of nutrient removal and low fiber and high protein content (Landolt 1986; Körner et al., 1998). It is also used to improve the quality of the water from the facultative lagoons or stabilization ponds (Tchobanoglous and Burton 1991; Yilmaz et al. 2005). Phytotoxic and genotoxic in *Lemna gibba* were affected under metal exposure (Cakmak, 2012). Obermeier et al. (2015) reported that *Lemna* sp. might be used as a tool for phytoremediation of low-level contamination with metals and organic xenobiotics but some authors recommend a more detailed analysis of the development of the oxidative burst following copper exposure and of the enzymatic metabolism of pethoxamide in order to elucidate the extent of its removal from water.

Herbicide is the most common method used as weed control in the agricultural field. Chemical drugs for example herbicide, pesticide damaged plant and animal lives in these areas (Pérez et al., 2011). Ayoola (2008) determined increase of oxidative stress and death of fish larvae depending on the ratio of increased concentration of the herbicide.

Glyphosate (N- (phosphonomethyl) glycine) is a broad-spectrum systemic herbicide used to kill weeds, especially annual broadleaf weeds and grasses known to compete with commercial crops grown around the globe. It was discovered to be herbicide by Monsanto chemist John E. Franz in 1970 (Franz, 1970). The research conducted in Brazil was indicated that glyphosate [N- (phosphonomethyl) glycine] in the rice fields of the waste water of the aquatic ecosystem input simultaneously take place with the fish breeding season and thus posed a potential hazard to aquatic life (Giesy et al. 2000; Primel et al., 2005). For instance, Topal et al. (2015) have emphasized that glyphosate was negative effect on the antioxidant system and energy metabolism of juvenile rainbow trout.

Starch is a type of energy source stored mainly in tubers or seeds. Duckweed only has fronds as its dominant starch storage organ. The starch content in duckweed varied sharply in the different populations and growth periods of duckweed, which demonstrates the quality of duckweed biomass and needs careful management. Except for *Lemna aequinoctialis* and *Lamna punctata*, which maintained a lower starch content, all groups accumulated higher starch contents in the last stage. Negative relationship between starch content and growth rate was observed. At the same time, starch content was also negatively correlated with N and P contents (Xiao et al., 2013).

Catalyse (CAT) is a ubiquitous antioxidant enzyme that degrades hydrogen into water and oxygen (Iwase et al., 2013). Peroxidase (HRP) is a hemoprotein catalyzing the oxidation by hydrogen peroxide of a number of substrates such as ascorbate, ferrocyanide, cytochrome C and the leuco form of many dyes. While all peroxidise isozymes appear to catalyze the same reaction, the individual isozymes may differ markedly in physico-chemical and kinetic properties (Shannon et al., 1996; Resmankova and Sirova, 2007).

An increase in nutrient input is causing changes of ecosystem processes. Understanding of these change is important for both basic knowledge and management strategies of lotic and lentic ecosystems (Resmankova and Sirova, 2007). The aim of this study was to determinate the effect of herbicide on starch accumulation, chlorophyll quantitative and enzyme activity of *L.minor*.

MATERIAL and METHODS

Plant cultivation and glyphosate treatment

L.minor was collected from different fresh water and drainage water sources of agricultural land in Erzurum (Turkey). Our working sites were coordinated to 39°40.355'N-41°01.020'E. The plan was cultivated as descript before (Cirik et al., 2011). Plant was acclimatized before glyphosate treatment for 2 weeks under conditioning chamber ($25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $350\ \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ PAR, 14-h photoperiod). After acclimatization, approximately 300 g of fresh mass was transferred 3 L glass-container in a modified Swedish Standard (SIS) growth medium (OECD, Annex A). The medium was replaced weekly. Plant was treated with different concentration of glyphosate (0.48, 2.4, 4.8 and $19.2\ \text{gL}^{-1}$) and it was set up with three replicates for each concentrations (for 2 weeks).

Determination of starch contention

Plant material (200 mg fresh weigh) was homogenised in 4mL 18% (w/v) HCL. The suspension was shaken for 60 min at 5°C and centrifuged for 20 min at 5000 g. An aliquot was mixed with the same volume of Lugol's solution (0.5% w/v KI and 0.25% w/v I_2 in water) and measured at 605 nm and 530 nm. The calorimetric technique used was based on the method of Magel (1991) and the amount of starch per fresh weight (%) was calculated by using formula $S=[\text{Cs} \times \text{Vol} (\text{extr}) \times 100]/\text{FW}$, S: starch (%), Cs: $A_{605}/(0.07757 \times P+4.463)$, Vol (extr): volume of the plant extract (ml), FW: fresh weight (mg) (Appenroth et al., 2010).

Determination of chlorophyll analysis

Chlorophylls *a* and *b* were measured from each glyphosate concentration. We homogenized 0.1 g of each groups were extract in 10 ml 100% acetone solution in the dark for 4 days. After centrifugation at 10.000Xg for 10 min, absorbances were taken 663 and 645nm. Chlorophyll *a* and *b* rates were calculated in each group according to (Smith et. al., 1988). Equations:

$$\text{Chl-a} = [12.7 (A_{663}) - 2.69 (A_{645})] \times (V/1000 \times G)$$

$$\text{Chl-b} = [22.9 (A_{645}) - 4.68 (A_{663})] \times (V/1000 \times G)$$

where A: absorbance (nm), V: 10 ml G: plant weight (g).

Catalyse enzyme activities

Plants samples (0.5 g) were homogenized in solution of 3 ml potassium phosphate (pH 7.8). The homogenised sample was centrifuged for 4°C and 25 min at 14000 rpm.

Reaxion mixtures were prepared with both 50 mM buffer and 15 mM H_2O_2 (290 μL) and contained 10 μl supernatant. Catalyse activity (CAT) was measured by spectrophotometrically the change in absorbance 240 nm (Aebi, 1984).

Water sampling analyses

Water samples were collected on day 7 and 14. The nesslerise method was applied to the water samples to determine the concentration of ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$), calculated colorimetrically using the Nessler reactive reagent at a wavelength of 410 nm. The nitrite nitrogen ($\text{NO}_2\text{-N}$) was determined by diazotizing with sulfanilamide and coupling with N-1-naphthylenediamine dihydrochloride to form a color azo dye; colorimetric measurement was then performed by spectrophotometer at 520 nm. In the nitrate nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) analysis, after the reaction between nitrate ion and brucine, the absorbance of the yellow color was determined spectrophotometrically at 420 nm and total orthophosphate $\text{PO}_4\text{-P}$ as molybdate-reactive phosphorus. (Anonymous, 1995). Total hardness, Ca-hardness and alkalinity were measured by titrimetric method and total suspended solid matter was analyzed according to the American Public Health Association (Anonymous, 1995).

Statistical analysis

The statistical analyses were used with Multivariate. IBM SPSS program was used for statistical analysis. The significance of the difference between variability data and validity result was determined by least significant difference *LSD* test. Differences at $p < 0.05$ were considered to be statistically significant. (Kesici and Kocabaş, 2007).

RESULTS and DISCUSSION

L. minor was collected from freshwaters in agriculture field and the plant was treated with different concentrations of glyphosate to containing 0.48, 2.4, 4.8, 19.2 gL^{-1} . These doses were detected by calculating both primarily experimental doses and used in the agriculture field. Chlorophyll-a, chlorophyll-b, ammonium-nitrogen, nitrite-nitrogen, nitrate-nitrogen and total orthophosphate values were significantly different among the each treatment ($p < 0.05$). The whole sampling of the exposure to four glyphosate concentrations after 7 days showed little mortality but death of almost all samples especially exposure 19.2 gL^{-1} concentration after 14 days (Fig 1) occurred. Previous studies found that the growth the duckweed, as measured by increased numbers of fronds or increased wet or dry weights was relatively insensitive to glyphosate dissolved in the culture medium (Lockhart et al., 1989).



Figure 1. *L.minor* was showed growing during study period. (a) plant acclimation for 7 days, (b) glyphosate treatment on 7 days, (c) glyphosate treatment on 14 days

L.minor was cultured in experimental condition and exposed to glyphosate to contain 0.48, 2.4, 4.8, 19.2 gL^{-1} concentrations, and chlorophyll, starch accumulation and enzyme activity were observed. The survivor rate reduced when glyphosate dose increased but

these did not stop on starch accumulation and enzyme activity for instant, the highest starch accumulation was calculated at concentrations of 19.2 gL^{-1} on day 14. According to Xu et al. (2011) this situation was due to the starch accumulation in duckweed plants to trigger under nutrient starvation stress. However, chlorophyll decreased in all treatment groups compared to control group was observed. Previous studies have observed that on nitrogen- or phosphate-deficient medium, vegetative growth of duckweed was quickly reduced and eventually ceased. (Xiao et al., 2013).

Chlorophyll-a and chlorophyll-b were determined to be the highest mean 0.006 mgL^{-1} and 0.011 mgL^{-1} for the control group on day 14, respectively. The lowest mean for both of them were found $0.000001 \text{ mgL}^{-1}$ at 19.2 gL^{-1} concentrations glyphosate exposure on day 14. The control groups survived and created new plant period of 14 days. In week 7, the significant decrease of photochemical efficiency in both 4.8 gL^{-1} and 19.2 gL^{-1} was observed but concentration of 2.4 gL^{-1} glyphosate increased in comparison to the other group (Fig 2). The high value of chlorophyll-a was calculated in control groups on days 7 and 14. However, after glyphosate treatment was observed plant died and a decreased level of chlorophyll *a* and *b* were determined. *L.minor* increased in growth medium on 7 days albeit $\text{NH}_3\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$ values decreased on day 14. Nitrate can be used by duckweed, was constantly found in the duckweed culture pond for growing (Xu et al., 2011). Furthermore plant was exposed to glyphosate, absorbed through roots and effective on actively growing plants, but on day 14 chlorophyll-a value was reduced. Results of studies with other toxic substances were found similar data for example *L.minor* was exposed to 1 and 10 mgL^{-1} Se treatment. A concentration of 1 mg Se did not affect photochemical efficiency, while higher concentrations of selenite (10 mgL^{-1} Se) are toxic for duckweed plants (Mechora et al., 2015). Different Lemnaceae species expressed different sensitivities to the CuNP suspension and copper nitrate also were showed limitation for grow rate of these species (Song et al., 2015).

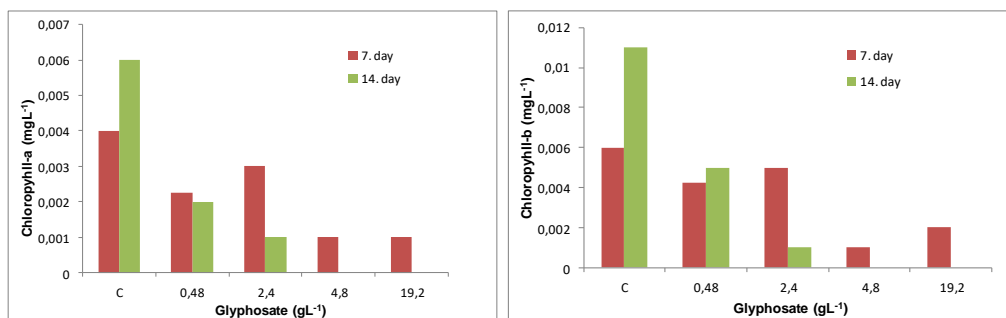


Figure 2. Influence of glyphosate on the chlorophyll *a* and *b* in duckweed

In the present study, the influence of different concentrations of glyphosate on starch accumulation was statistically significant ($p < 0.05$). The starch accumulation was found to be the highest value at concentrations of 19.2 gL^{-1} (11.18%) and the lowest value at 0.48 gL^{-1} dose (11.15%) (Fig 3). The glyphosate treatment on starch accumulation was not significant both control groups and at concentrations of 0.48 gL^{-1} . During the first seven-day period was observed not only increase of plant growth rate but reduce of starch accumulation were observed. Starch percentage increased fast during nutrient starvation (Tao et al., 2013). Sree et al. (2015) reported relationship between starch accumulation in

plants and Co^{+2} treatments, because in 4 days period Co^{+2} content increased with starch accumulation but reduced of relative growth rate.

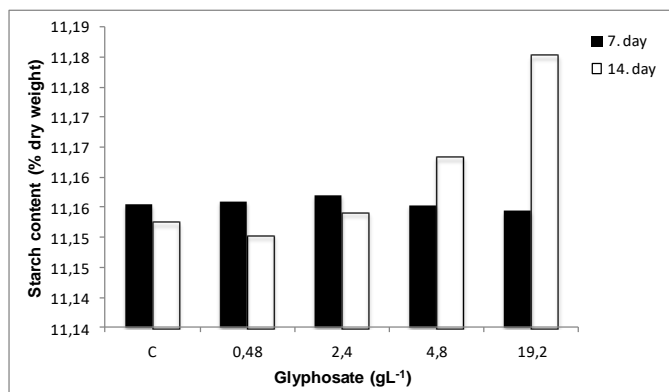


Figure 3. The amount of starch content in duckweed, different concentration of glyphosate

Glyphosate is not only toxic matter but organic matter thus starch content has been negative effected glyphosate treatment for 7 days period. After this period, plant was under toxin stresses and growing was blocked and plant give reaction to toxin so starch accumulation was increased. Under nutrient starvation condition, starch content of duckweed was substantially increased and the total amount of starch tripled after 10 days of starch accumulation (Xu et al., 2011). Salt stress was exposed on to ten of 34 duckweed clones and salinity stress was influent than nutrient limitation and heavy metal stress in level of starch accumulation in these clones (Sreet et al., 2015).

One of the effect on starch accumulation is $\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{PO}_4\text{-P}$ values. The search of 300 m² duckweed pond (a total amount of 9.07 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ and 0.85 kg $\text{PO}_4\text{-P}$ were removed) was found starch content reached 29.8% after duckweed grown in well water for eight days (Xu et al., 2011). Glyphosate molecule formulae is consists of NH and P and this research showed that $\text{NH}_3\text{-N}$ and $\text{PO}_4\text{-P}$ value were the highest on 7 days but starch content was lowest. It seemed that there was a negative relationship between starch content and N and P content (Xiao et al., 2013).

Catalyse enzyme activity in all treatment were higher at the sampling date (Fig 4). Catalyse enzyme activity exhibited change depending on glyphosate treatment. This enzyme showed higher concentration on 14 days in exposure 0.48 gL⁻¹ and 19.2 gL⁻¹, and its values were 1.65 mgL⁻¹ and 3.8 mgL⁻¹, respectively. Even though, the enzyme concentrations on day 7 in exposure 4.8 mgL⁻¹ concentrations and control group, were 0.5 gL⁻¹ and 0.7 gL⁻¹, respectively. Glyphosate is the herbicide which is stress on plant growing mechanism and this stress trigger to enzyme activity. *L.minor* contains 2.4 gL⁻¹ concentrations the most effective glyphosate toxin and its catalase enzyme activity was increased. According to Kielak et al. (2011), glyphosate may inhibit the chlorophyll synthesis by reducing the formation of the daminolevulinic acid (ALA) as a porphyrin precursor. On the other hand, porphyrin is an integral part of some antioxidative enzymes such as CAT, APX and cytochromes as well.

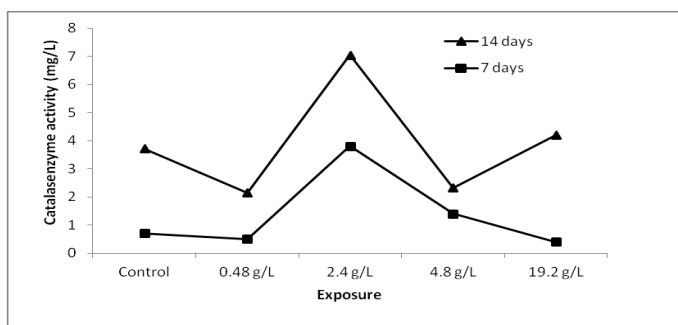


Figure 4. Catalase enzyme activity in duckweed, different concentration of glyphosate

The influence of different glyphosate treatment on water quality parameters was investigated for period of 14 days. The highest $\text{NH}_3\text{-N}$ value was determined at concentrations 19.2 gL^{-1} and 4.8 gL^{-1} in 7 days, the lowest value was detected at concentrations 19.2 gL^{-1} in 14 days. The highest and lowest values of $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ were between $224.73 \pm 63.19 \text{ mgL}^{-1}$ and $139.50 \pm 61.51 \text{ mgL}^{-1}$. The highest and lowest values of $\text{NO}_2^{-}\text{-N}$ values were estimated at a dose 19.2 gL^{-1} not only on day 7 ($0.17 \pm 0.00 \text{ mgL}^{-1}$) but also on day 14 ($0.01 \pm 0.00 \text{ mgL}^{-1}$). The highest $\text{PO}_4\text{-P}$ was observed at a dose 2.4 gL^{-1} ($0.23 \pm 0.00 \text{ mgL}^{-1}$), while the lowest $\text{PO}_4\text{-P}$ was found at a concentrations 4.8 gL^{-1} ($0.00 \pm 0.00 \text{ mgL}^{-1}$) (Fig 5).

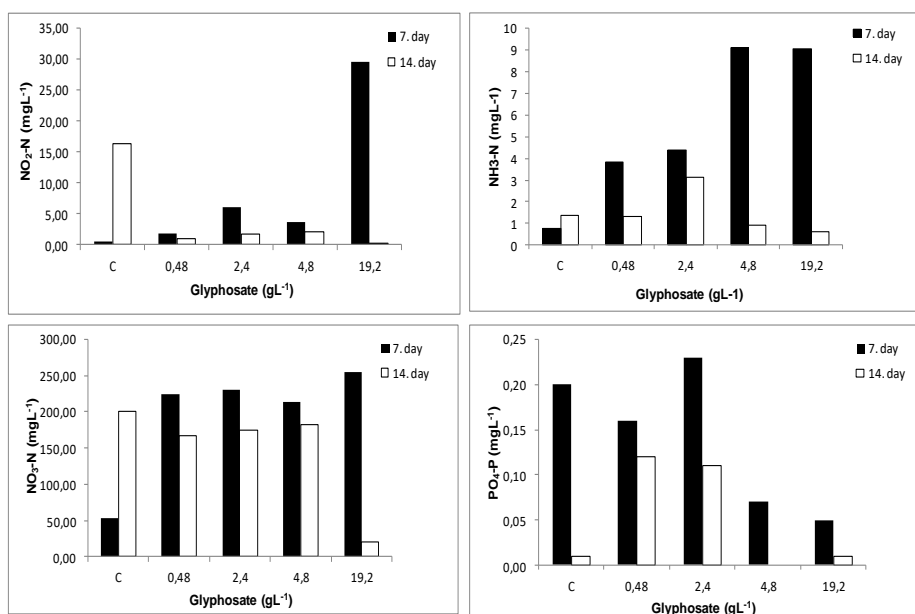


Figure 5. The changes in $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$, $\text{NO}_2^{-}\text{-N}$ and $\text{PO}_4\text{-P}$ concentration with different glyphosate concentration during periods of 7- 14 days.

Duckweed is an important plant for removing organic material in the water and studies also demonstrate better performance of nitrogen and phosphorus removal in the planted wetland systems (Sims et al., 2013). Phosphorus also is removed from the water by chemical precipitation and sludge removal (Smith and Moelyowati, 2001). In this experiment, nitrogen enrichment ($\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ and $\text{NO}_2^{-}\text{-N}$) concentrations in the

water of whole groups on day 7 were lower than $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations in the water at 19.2 gL^{-1} dose on day 14. A reduction in the $\text{PO}_4\text{-P}$ concentration was observed on day 14. Leblebici and Aksoy (2011) reported that nitrate, phosphate and sulphate concentration in water decreased with treatments in *L.minor* and *S.polyrhiza*. According to Ge et al. (2012) *L. minor* efficiently recovered the nitrogen and phosphorus nutrients in the SL wastewater. 100% of the $\text{NH}_4\text{-N}$, 75.0% of the $\text{NO}_3\text{-N}$ (trace) and 74.8% of the $\text{PO}_4\text{-P}$ in the SL wastewater were removed by the duckweed after 18 days of culture. *L. gibba* is a useful reference that this species is affected by representative environmental concentrations of glyphosate found in water bodies of agroecosystems of the Pampa's plain (Sobrero et al., 2007). Hence, this results show that duckweed is even more effective in a range of wastewater applications.

Using glyphosate in agricultural areas is dangerous for carcinogenic effects on humans according to WHO (World Health Organisation). Herbicide applications have negative effects not only on directly to human health but also with discharging to aquatic ecosystems. Aquatic plants seem to be better protected by the larger distances to the sprayed fields required for potentially toxic herbicides, by adsorption of some of the drift by bank vegetation and probably also by dilution of the herbicides in water (Cedergreen and Streibig, 2005). To conclude, *L. minor* was found as a natural purification method for the removal of glyphosate. Histopathologic disorder and enzyme activity should be researched together to understand the effect of glyphosate on duckweed.

REFERENCES

- Aebi, H. (1984). Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*.105: 121–126. doi:10.1016/S0076-6879(84)05016-3.
- Anonymous. (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA), nineteenth ed. *American Public Health Association*, Washington, DC.
- Appenroth K., Krech K., Keresztes A., Fischer W. & Koloczek H. (2010). Effects of nickel on the chloroplasts of the duckweeds *Spirodela ployrhiza* and *Lemna minor* and their possible use biomonitoring and phytoremediation. *Chemosphere* 78:216-233. doi:10.1016/j.chemosphere.2009.11.2007.
- Ayoola, S. O. (2008). Toxicity of glyphosate herbicide on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juvenile. *African Journal of Agricultural Research* 3(12), 825-834.
- Cakmak, S. (2012). The detection of physiological and genomics changes occur in characteristics duckweed (*Lemna gibba* L.) plant due to heavy metal stress. MS Thesis. Ataturk University The Institute of Science and Technology.
- Cedergreen, N. & Streibig, J.C.. (2005). The toxicity of herbicides to non-target aquatic plants and algae: assessment of predictive factors and hazard. *Pest Management Science*. 61:1152–1160.
- Cirik, Ş., Cirik, S. & Dalay, M.C. (2011). Water Plant II. Press by Egean University. No: 61. İzmir Turkey p. 160. (Turkish)
- Franz, JE. (1970). N-phosphonomethyl-glycine phytotoxicant compositions, issued 1974-03-26, *Assigned to Monsanto Company*.
- Ge X., Zhanga N., Phillips G.C. & Xu J. (2012). Growing *Lemna minor* in agricultural wastewater and converting the duckweed biomass to ethanol. *Bioresource Technology*. 124: 485-488. doi: 10.1016/j.biortech.2012.08.050.
- Giesy, J. P.; Dobson, S. & Solomon, K. R. (2000). Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 167: 35–120. doi: 10.1007/978-1-4612-1156-3_2.

- Iwase, T., Tajima A., Sugimoto, S., Okuda, K., Hironaka, I., Kamata, Y., Takata, K. & Mizunoe, Y. A. (2013). Simple assay for measuring catalase activity: A visual approach. *Scientific Reports*. p. 1-4.
- Kesici, T. & Kocabaş, Z. (2007). *Biyostatistik*. Ankara University Faculty of Medicine. *Department of Biostatistic*. No: 94. 366, Ankara, Turkey.
- Kielak, E., Sempruch, C., Mioduszevska, H., Klocek, J. & Leszczynski, B. (2011). Phytotoxicity of Roundup Ultra 360 SL in aquatic ecosystems: Biochemical evaluation with duckweed (*Lemna minor* L.) as a model plant. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 99(3): 237-243. doi:10.1016/j.pestbp.2011.01.002.
- Körner, S., Lyatuu, G.B. & Vermaad, J.E. (1998). The influence of *L. gibba* L. on the degradation of organic material in duckweed-croved domestic wastewater. *Water Res.* 32(10), 3092-3098. Doi:10.1016/S0043-1354(98)00054-2.
- Landoult, E. (1986). The family of Lemnaceae-a monographic study. *Veroeffentlichungen des Geobotanischen Institutes ETH*, vol 1, Stiftung Rubebel, Zurich, Switzerland.
- Leandro, Paiola, A., Goncalves, A.D., Jamil, C. & Silverio, O. (2011). Alessandro B., Albrecht AJP. physiological quality of Rr soybean seeds in response to the use of different treatments with sequential glyphosate application. *Bioscience Journal* 2, 211-220.
- Leblebici, Z. & Aksoy, A. (2011). Growth and lead accumulation capacity of *Lemna minor* and *Spirodela polyrhiza* (Lemnaceae): Interactions with nutrient enrichment. *Water Air Soil Pollut.* 214:175-184. doi: 10.1007/s11270-010-0413-1.
- Lockhart, W. L., Billeck, B. N. & Baron, C. L. (1989). Bioassays with a floating aquatic plant (*Lemna minor*) for effects of sprayed and dissolved glyphosate. *Environmental Bioassay Techniques and their Application*. 54, 353-359.
- Magel, E. (1991). Qualitative and quantitative determination of starch by a colorimetric method. *Starch*, 43 (10), 384–387. doi: 10.1002/star.19910431003.
- Mechora S., Stibilj V. & Germ M. (2015). Response of duckweed to various concentrations of selenite. *Enviro.Sci. Pollut Res.* 22,2416-2422. doi: 10.1007/s11356-014-3270-4.
- Obermeier, M., Schröder, C. A., Helmreich, B. & Schröder, P. (2015). The enzymatic and antioxidative stress response of *Lemna minor* to copper and a chloroacetamide herbicide. *Environ Sci Pollut Res.* 22,18495–18507. doi:10.1007/s11356-015-5139-6.
- OECD (ISO 20079). (2006). Guideline for testing of chemicals, No. 221, *Lemna* sp. *Growth Inhibition test*.
- Pérez, G. L., Vera, M.S. & Miranda, L.A. (2011). Effects of herbicide glyphosate and glyphosate-based formulations on aquatic ecosystems. 16 chapter. p. 343-369. *IIB-Intech Unsam Conicet 2uba Conicet*. Argentina.
- Primel, E.G., Zanella, R., Kurz, M.H.S., Goncalves, F.F., Machado, S.O. & Marchezan, E. (2005). Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigadona região central do Estado do Rio Grande de Sul. Brasil: *Predic, ão teórica emonitoramento*. Quím. Nova 48 (4), 605–609.
- Resmankova, E. & Sirova, D. (2007). Wetland macrophyte decomposition under different nutrient conditions: relationships between decomposition rate, enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*. 39,526-538. doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.08.022.
- Shannon, L.M., Kay, E. & Lew, J.Y. (1996). Peroxidase isozymes from horseradish roots. *The Journal of Biological Chemistry*. 9,2166-2172.
- Sims, A., Gajaraj, S. & Hu, Z. (2013). Nutrient Removal and greenhouse gas emissions in duckweed treatment ponds. *Water Research*. 47,1390-1398. doi:10.1016/j.watres.2012.12.009.
- Smith, I.S., Vierheller, T.L. & Thorne, C.A. (1988). Assay of glutathione reductase in crude tissue homogenates using 5,5'-dithiobis(2-nitrobenzoic acid). *Anal. Biochem.* 175, 408–413. doi:10.1016/0003-2697(88)90564-7.

- Smith, M.D. & Moelyowati, I. (2001). Duckweed based wastewater treatment (DWWT): Design guidelines for hot climates, *Water Science and Technology*, 43 (11), 291-299.
- Sobrero, M. C., Rimoldi, F. & Ronco, A. E. (2007). Effects of the glyphosate active ingredient and a formulation on *Lemna gibba* L. at different exposure levels and assessment end-points. *Bull Environ Contam Toxicol*. 79,537–543.
- Song, L., Vijver, M. & Peijnenburg, W.J.G.M. (2015). Comparative toxicity of copper nanoparticles across three Lemnaceae species. *Science of the Total Environment*. 518 (519),217-224. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.02.079.
- Sree, S. K., Adelmann, K., Garcia, C., Lam, E. & Appenroth, K. (2015). Natural variance in salt tolerance and induction of starch accumulation in duckweeds. *Planta*. 241,1935-1404. doi:10.1007/s00425-015-2264.
- Sree, S. K., Keresztes, A., Mueller-Roeber, B., Brandt, R., Eberius, M. Fischer, W. & Appenroth, K. (2015). Phytotoxicity of cobalt ions on the duckweed *Lemna minor* - Morphology, ion uptake, and starch accumulation. *Chemosphere* 131,149-156. doi:10.1016/j.chemosphere.2015.03.008.
- Tao, X., Fang, Y., Xiao, Y., Jin, Y.L., Ma, X.R., Zha, Y. , He, K.Z. , Zhao, H. & Wang, H.Y. (2013). Comparative transcriptome analysis to investigate the high starch accumulation of duckweed (*Landoltia punctata*) under nutrient starvation. *Biotechnology for Biofuels*. 6(72),1-15. doi:10.1186/1754-6834-6-72.
- Tchobanoglous, G. & Burton, E.F. (1991). Wastewater Engineering Treatment and Reuse (Fourth Edition). "Wastewater Engineering." *Management*. 7: 1-4.
- Topal, A., Atamanalp, M., Uçar, A., Oruç, E., Kocaman, E., Sulukan, E., Akdemir, F., Beydemir, Ş., Namık Kılınç Erdoğan, O. & Ceyhun, S. (2015). Effects of glyphosate on juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Transcriptional and enzymatic analyses of antioxidant defence system, histopathological liver damage and swimming performance. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 111, 206-214. doi:10.1016/j.ecoenv.2014.09.027.
- Xiao, Y., Fanga, Y., Jina, Y., Zhanga, G. & Zhao, H. (2013). Culturing duckweed in the field for starch accumulation. *Industrial Crops and Products*. 48,183-190. doi:10.1016/j.indcrop.2013.04.017.
- Xu, J., Cui, W., Cheng, J.I. & Stomp, A.M. (2011). Production of high-starch duckweed and its conversion to bioethanol. *Biosystems Engineering*. 110,67-72. doi:10.1016/j.biosystemseng.2011.06.007.
- Yılmaz, Z., Gür, K. & Tarlan, E. (2005). Characterization and treatability of S.U. campus wastewater by duckweed (*Lemna minor* L.). *J.Fac.Eng.Arch.Selcuk Univ*. 4, 1-10.

Origanum vulgare* L. Uçucu Yağının Gökkuşuğu Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nda Büyüme, Lizozim ve Antioksidan Aktivite ve *Vibrio anguillarum*' a Karşı Direnç Üzerine Etkisi

Öznur DİLER¹, Öznur GÖRMEZ^{1**}, Seçil METİN¹, İlter İLHAN², İbrahim DİLER¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Tıbbi Biyokimya Anabilimdalı, Isparta

Geliş : 10.10.2016

Kabul : 02.11.2016

Araştırma Makalesi / Research Paper

**Sorumlu Yazar: oznurgormez@sdu.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Özet

Bu çalışmanın amacı gökkuşuğu alabalığı yemine farklı oranlarda eklenen *Origanum vulgare* L. uçucu yağının büyüme performansı, lizozim ve antioksidan aktiviteleri ve hastalık direnci üzerine etkilerinin belirlenmesidir. Balıklar (26-27 g), dört farklı konsantrasyonda (0,125, 1,5, 2,5 ve 3,0 ml/kg) *O. vulgare* uçucu yağı ilave edilmiş yem ile 90 gün boyunca beslenmiştir. *O. vulgare* uçucu yağı içeren yemle beslenen gruplarda sadece 0,125 ml/kg konsantrasyonu hariç diğer gruplarda büyüme değerlerinde kontrol grubuna göre önemli bir artış belirlenmiştir (P<0,05). Balıklardaki yem dönüşüm ve yem değerlendirme oranları ise 1,5 ve 3,0 ml/kg oranında *O. vulgare* uçucu yağı içeren yemle beslenen gruplarda diğer gruplara göre artış göstermiştir (P<0,05). Balıkların antioksidan enzim aktiviteleri (plazma süperoksit dismutaz (SOD), plazma katalaz (CAT)) ve lizozim aktivitesi belirlenmiştir. Plazma süperoksit dismutaz (SOD) ve lizozim aktivitesi düzeyleri kontrol grubuna göre *O. vulgare* uçucu yağı ile beslenen diğer gruplarda yüksek seviyede saptanmıştır. *in vivo* antibakteriyel aktivitenin tespiti amacıyla, balıklara *V. anguillarum* patojeni ile deneysel enfeksiyon uygulamaları yapılmış ve *O. vulgare* uçucu yağı içeren yemle beslenen tüm gruplarda ölüm oranında önemli derecede azalma tespit edilmiştir (P<0,05). Sonuç olarak, *O. vulgare* uçucu yağının balık yemine ilave edilmesi balıklarda büyümeyi destekleyici, lizozim ve antioksidan aktiviteyi artırıcı ve aynı zamanda patojenlere karşı direnci artırıcı bir etki göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşuğu alabalığı, *Origanum vulgare* L., büyüme performansı, antioksidan aktivite, *Vibrio anguillarum*

Effect of *Origanum vulgare* L. Essential Oil on Growth, Lysozyme and Antioxidant Activity and Resistance Against *Vibrio anguillarum* in Rainbow Trout

Abstract

The aim of this study were to investigate the effects of different levels of *Origanum vulgare* L. essential oil as feed additives on the growth performance, lysozyme and antioxidant activity and disease resistance in rainbow trout. Fish (26-27 g) were fed the experimental diets supplemented with four different concentrations (0.125, 1.5, 2.5, 3.0 ml kg⁻¹) of *O. vulgare* essential oil for 90 days. Fish fed diets containing essential oils of *O. vulgare* had significantly higher growth than the control group except 0.125 in *O. vulgare* (P<0.05). Feed conversion ratio in fish fed diets containing 1.5 and 3.0 ml kg⁻¹ essential oil of *O. vulgare* was improved than other treatments (P<0.05). Antioxidant enzyme activities (plasma superoxide dismutase (SOD), plasma catalase (CAT)) and lysozyme activity of fish was assayed. Results showed that the levels of plasma superoxide dismutase activity and lysozyme activity were higher in *O. vulgare* group compared to control. For *in vivo* antibacterial activity, fish were challenged with *V. anguillarum* and dietary administration essential oil of *O. vulgare* in all groups significantly reduced mortality (P<0.05). In conclusion, the essential oil of *O. vulgare* can be applied as growth promoter, increase antioxidant activity and also improve disease resistance to pathogens when added to rainbow trout feed.

Keywords: Rainbow trout, *Origanum vulgare* L., growth performance, antioxidant activity, *Vibrio anguillarum*

*Bu çalışma 1120855 numaralı TÜBİTAK/1001 projesiyle desteklenmiştir.

GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerdeki en önemli problemlerin başında enfeksiyöz hastalıklar ve sağlık sorunlarına bağlı olarak yem değerlendirme oranının azalması gelmektedir. Bu hastalıkların tedavisinde antibiyotikler yaygın olarak kullanılmaktadır (Schnick vd., 1997). Bununla birlikte, günümüzde antibiyotiklerin direnç gelişimi, balık etinde kalıntı bırakması ve bunu tüketen insanlarda kanserojenik ve alerjik reaksiyonlara sebep olması nedeniyle kullanımında sınırlandırmalar getirilmiştir. Bu sınırlandırma ile birlikte gerek gastrointestinal mikrofloranın sağlığını koruyarak bakteriyel hastalıkların kontrol altına alınması, gerekse hayvanların bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve büyüme performansının desteklenmesi amacıyla bazı tıbbi bitki türleri üzerinde araştırmalar yapılmıştır (Hermann vd., 2003).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde balık hastalıklarının kontrolünde özellikle bitkilerden elde edilen doğal maddelerin kullanımı son yıllarda önem kazanmıştır (Gatesoupe, 1999; Irianto ve Austin, 2002; Abdel-Tawwab vd., 2008; Aly vd., 2008;; Ard' o vd., 2008; Goda, 2008; Kesarcodi-Watson vd., 2008; Won vd., 2008; Immanuel vd., 2009; Abdel-Tawwab, 2010; Ahilan vd., 2010; Ndong ve Fall, 2011; Oskoi vd., 2012). Bakteriyel enfeksiyonları kontrol etmek için uygulanan bu tedavilerden bir tanesi de bitkisel uçucu yağlardır. Bu bileşikler, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden dolayı su ürünlerinde alternatif profilaktik ve terapötik ajanlar olarak kullanılmaktadır (Turker ve Birinci Yıldırım, 2015). Bununla birlikte uçucu yağların su ürünleri alanında kullanımı ile ilgili yapılan araştırmalar çok sınırlıdır.

Kanal yayın balık (*Ictalurus punctatus*)' larında *Origanum heracleoticum* uçucu yağı, karvakrol ve timol bileşenlerinin etkisini araştırdıkları çalışmada, *O. heracleoticum* uçucu yağı ile beslenen balıklarda büyüme performansı ve antioksidan aktivitenin arttığı tespit edilmiştir. Deneysel yolla oluşturulan *Aeromonas hydrophila* enfeksiyonlarına karşı da *O. heracleoticum* ile beslenen grupta en yüksek yaşama oranı elde edilmiştir (Zheng vd., 2009). Bir diğer çalışmada, gökkuşağı alabalıklarında *Origanum onites* uçucu yağı içeren yem ile yapılan beslemenin büyüme performansı üzerine olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca *O. onites* ile 8 haftalık besleme sonucu *Lactococcus garvieae* ile yapılan deneysel enfeksiyon sonucunda ölüm oranlarının azaldığı tespit edilmiştir (Diler vd., 2016).

Turi vd. (2009), 200 ppm konsantrasyonda biberiye (*Rosemarinus officinalis*) uçucu yağının levreklerde büyüme üzerine olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Gökkuşağı alabalıklarında timol ve karvakrol ile yapılan besleme çalışmalarında ise büyüme performansının arttığı tespit edilmiştir (Ahmadifar vd., 2011; Giannenas vd., 2012). Karvakrol ile beslemenin tilapialarda *Edwardsiella tarda* ve levreklerde *V. anguillarum* enfeksiyonlarına karşı direnç sağladığı bildirilmiştir (Rattanachaikunsopond ve Phumklachor, 2010; Volpatti vd., 2013).

Bu çalışmada gökkuşağı alabalıklarında farklı oranlarda yeme ilave edilen *Origanum vulgare* uçucu yağı ile beslemenin *V. anguillarum*' a karşı *in vivo* antibakteriyel etkisi, büyüme performansı, antioksidan enzim aktiviteleri ve lizozim aktivitesi ile dokulardaki histopatolojik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Balık ve Deneme Dizaynı

Çalışmada, ağırlıkları 26-27 g arasında değişen 1050 adet gökkuşağı alabalığı kullanılmıştır. Deneme balıkları Isparta' nın Aksu İlçesinde bulunan özel bir işletmeden temin edilmiştir. Besleme denemeleri Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Ünitesinde ve deneysel enfeksiyon uygulamaları Hastalık Ünitesinde 400 lt' lik fiberglas tanklarda gerçekleştirilmiştir.

5 farklı gruba (Kontrol, 0,125, 1,5, 2,5 ve 3,0 ml/kg) ayrılan balıklar deneme başlayıncaya kadar deneysel ortama alıştırmak için 2 hafta süreyle adaptasyona tabi tutulmuştur. Bu süre boyunca balıklar ticari alabalık pelet yemiyle günde iki kez doyuncaya kadar beslenmiştir. Denemeye başlamadan önce rastgele seçilen 10 adet balık mikrobiyolojik yönden (bakteri, mantar, parazit) incelenmiş ve herhangi bir enfeksiyon taşımadığı görülmüştür. Adaptasyon süresinin sonunda boy ve ağırlıkları eşit olmak üzere tesadüfi olarak deneme tanklarının her birine 70 adet balık olacak şekilde eşit ağırlıkta dağıtılmıştır. Deneme üç tekrarlı olarak yürütülmüş ve 90 gün süresince besleme devam etmiştir.

Çalışmada Kullanılan Suyun Özellikleri

Artezyen suyu debisi 12 lt/dk, tanklardaki suyun ortalama sıcaklığı 12 ± 2 °C, pH' sı 7,3 ve suda çözülmüş oksijen miktarı 7,4 mg/lt olarak ölçülmüştür.

Bitki Materyali

Denemede kullanılan *O. vulgare* yaprakları yağ verim oranları dikkate alınarak çiçekli dönemlerinde bitki toplama merkezleriyle irtibat kurularak Akdeniz Bölgesinden temin edilmiştir. Bitki örneklerinin teşhisleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Hasan ÖZÇELİK tarafından yapılmıştır.

Uçucu Yağlarının Eldesi ve GC-MS analizi

O. vulgare bitkisine ait uçucu yağ özel bir firmada distilasyon yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağın ana bileşenler yönünden kimyasal yapısı Gaz Kromatografi cihazıyla (GC/MS aparatı kullanılarak) belirlenmiştir.

GC-MS analizleri için QP 5050 mass selektif dedektörden oluşan GC/MS kullanılmıştır. Analizler Sonsuzer Hancı vd. (2003) ve Azaz vd. (2002)' na göre modifiye edilerek yapılmıştır. GC-MS analizleri QP 5050 mass selektif dedektörden oluşan GC/MS kullanılarak yapılmıştır. Uçucu yağ örnekleri Cp WAX 52 CB kapillar kolondan geçirilmiştir (50 m x 0,32 mm x 1,2 µm). Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı kullanılmıştır. Akış hızı 10 psi olarak belirlenmiştir. Kolon sıcaklığı başlangıçta 60°C olup, 220°C' ye dakikada 2°C' lik artışla ulaşmıştır. 220°C' de 20 dk süreyle sabit tutulmuştur. Bileşenler kolonda kalma sürelerine ve kütle spektralarına göre standartlar ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada Wiley, Nist, Tutor bilgi bankasında spektrumların otomatik taranması ile analizler gerçekleştirilmiştir.

Deneme Yeminin Hazırlanması

Denemede ortalama %40,51 ham protein, %11,66 ham yağ ve 3430 kcal/kg sindirilebilir enerji içeren ticari gökkuşağı alabalığı yemi kullanılmıştır. Denemede kullanılan ticari alabalık yeminin bileşenleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan ticari yem bileşenleri

Temel hammaddeler	Deneme grupları ve kullanım oranları (%)				
	Kontrol	0,125	1,5	2,5	3,0
Balık unu	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Soya unu	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Buğday Gluteni	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Bonkalit	14,00	13,9875	13,85	13,75	13,7
Balık yağı	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Vitamin premiksi ¹	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mineral premiksi ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C vitamini	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Pelet bağlayıcı	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Antioksidan	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Diğer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<i>O. vulgare</i> uçucu yağı	0	0,0125	0,15	0,25	0,3

¹Vitamin premiksi.; her kg’da, 4 000 000 IU vitamin A, 480 000 IU vitamin D₃, 40 000 mg vitamin E, 2400 mg vitamni K₃, 4 000 mg vitamin B₁, 6 000 mg vitamin B₂, 40 000 mg niasin, 10 000 mg kalsiyum D-pantotenat, 4 000 mg vitamin B₆, 10 mg vitamin B₁₂, 100 mg D-biotin, 1 200 mg folik asit, 40 000 mg vitamin C ve 60 000 mg inositol içermektedir.

²Mineral premiksi.; her kg’da 23 750 mg Mn, 75 000 mg Zn, 5 000 mg Zn, 2 000 mg Co, 2 750 mg I, 100 mg Se, 200 000 mg Mg içermektedir.

Deneme yemleri ticari alabalık yemine *O. vulgare* uçucu yağının 0,125, 1,5, 2,5 ve 3,0 ml/kg olarak ilave edilmesiyle hazırlanmıştır. Uçucu yağ ilave edilmeyen yem kontrol yemi olarak kullanılmıştır. Yeme uçucu yağın ilavesi ayçiçeği yağı ile birlikte farklı oranlarda ilave edilerek spreyleme yöntemi ile yapılmıştır. Uçucu yağ içeriğindeki bileşenlerin etkinliklerinin korunması amacıyla yemler haftalık olarak hazırlanmış ve kapaklı cam şişelerde +4°C’de depolanmıştır.

Büyüme Performansının Belirlenmesi

Besleme denemesi boyunca su sıcaklığına bağlı olarak tüm balıklar vücut ağırlığının %1,5-3’ü oranında yemlenmiştir. Deneme süresi toplam 90 gün olup, her 30 günde bir balıkların biyometrik (boy-ağırlık) ölçümleri yapılarak uçucu yağın büyüme, yem değerlendirme, yaşama oranı ve kondüsyon faktörüne etkileri belirlenmiştir. Denemede, yavru balıkların ağırlık ölçümleri, 0,001 g hassasiyetli dijital teraziyile, toplam boy ölçümleri ise 1 mm bölmeli ölçüm cetveli ile yapılmıştır.

Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Çetinkaya, 1995; De Silva ve Anderson, 1995; Goddard, 1996; Hoşsu vd., 2001)

Canlı Ağırlık Artışı (CAA) = Deneme Sonu Ortalama Ağırlığı - Deneme Baş Ortalama Ağırlığı

Oransal Büyüme (OB) = (Son Ort. Vücut Ağırlık - İlk Ort. Vücut Ağırlığı) / (İlk Ort. Vücut Ağırlık) x 100

Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = $100 \times [(\text{Ln Son Vücut Ağırlığı} - \text{Ln Başlangıç Vücut Ağırlığı}) / \text{Deneme gün sayısı}]$

Yem Değerlendirme Oranı (YDO) = $\text{Ağırlık Kazanımı (g)} / \text{Yem Tüketimi (g)} \times 100$

Kondüsyon Faktörü (KF) = $W/L^3 \times 100$ (W: vücut ağırlığı (g), L: Total boy (cm))

Yem Dönüşüm Oranı (FCR) = $\text{Toplam Tüketilen Yem (g)} / \text{Toplam Kazanılan Canlı Ağırlık (g)}$

Yaşama Oranı (YO) = $(\text{Ns/Nb}) \times 100$ (Ns: Deneme sonunda tankta kalan balık sayısı, Nb: Deneme başındaki balık sayısı)

Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Tespiti

O. vulgare uçucu yağını farklı oranlarda içeren yemler ile 56 gün boyunca beslenen gökkuşağı alabalıklarının (her gruptan altı balık) kuyruk sapı kesilerek kaudal venasından heparinli tüplere kan örnekleri alınmış ve 4°C’ de 700 devirde 30 dk süreyle santrifüjlenerek serumları çıkartılmıştır. Alınan serum örnekleri Süperoksit dismutaz aktivitesi (SOD) ve Katalaz aktivitesinin (CAT) belirlenmesi amacıyla kullanılanlara kadar -20°C’ de saklanmıştır (Zheng vd., 2009).

Süperoksit dismutaz aktivitesi Woolliams vd. (1983)’ nin metoduna göre ölçülmüştür. Ksantin oksidazın katalizlediği reaksiyonla ksantinden ürik asit ve süperoksit radikali oluşur. Oluşan süperoksit radikali kırmızı renkli formazon bileşiği oluşturmak üzere INT (2-4-iodophenly)-3-(4-nitrophenol)-5 phenil tetrazolium chloride ile reaksiyona girer. SOD aktivitesi bu reaksiyonun inhibisyon derecesi ile ölçülmüştür. SOD aktivitesi U/g hemoglobin şeklinde verilmiştir.

Katalaz aktivitesi Aebi yöntemine göre çalışılmıştır. CAT hidrojen peroksidin (H₂O₂) su ve moleküler oksijen vermek üzere bozunmasını katalizlemiştir. Çalışmada CAT aktivitesi, H₂O₂ konsantrasyonunda birim zamandaki azalmanın 240 nm’ de spektrofotometrik olarak izlenmesiyle tayin edilmiştir. CAT tarafından parçalanması temeline dayalı UV spektrofotometrik yöntem ile katalaz aktiviteleri tayin edilmiştir. CAT aktivitesi kU/g hemoglobin olarak verilmiştir (Demir vd., 2007).

Lizozim Aktivitesinin Tespiti

Serumda lizozim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla farklı oranlarda *O. vulgare* uçucu yağını içeren yemler ile 56 gün boyunca beslenen gökkuşağı alabalıklarından kan örnekleri alınmıştır. Serum için kan örnekleri +4°C’ de 24 saat bekletildikten sonra 5000 devirde soğutmalı santrifüjde 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen serum kısmı -20°C’ de lizozim aktivitesi belirlenene kadar saklanmıştır. Lizozim aktivitesini belirlemek için diffüzyon agar metodu kullanılmıştır. Kısaca, PBS (Fosfat buffer saline) içine %0,5 Agar ve %0,12 g liyofilize *Micrococcus lysodeicticus* eklenerek hazırlanan ortamlar steril petri kaplarına aktarılmıştır. Petrielerde agar katılaştıktan sonra 5 mm çapında çukurlar açılmıştır. Daha önceden alınan serum örnekleri 25 µl olacak şekilde çukurlara ilave edilmiş ve petrieler 36°C’ de 20 saat inkübe edildikten sonra çukurların etrafında oluşan zon çapları ölçülmüştür (Ellis, 1996).

in vivo Antibakteriyel Etkinin Tespiti

O. vulgare uçucu yağının *in vivo* antibakteriyel aktivitesinin tespiti amacıyla; balıklarda *V. anguillarum* ile deneysel enfeksiyon uygulamaları yapılmıştır. Denemede kullanılan *V. anguillarum* suşu Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Anabilim Dalı’ ndan temin edilmiştir. Deneysel enfeksiyon uygulamasından önce, *V. anguillarum*

un LD₇₀ dozu belirlenmiştir. Bu amaçla her biri 25' er adet balıktan oluşan gruplara; 2.10⁶, 2.10⁴, 2.10³, 2.10² ve 2.10¹ kob/ml yoğunlukta bakteri i.p. yolla injekte edilmiştir. Balıklar 15 gün boyunca takip edilerek, deneysel enfeksiyon uygulamasından elde edilen ölüm oranlarına göre LD₇₀ dozu 2x10² kob/ml olarak belirlenmiştir.

Deneme yemleri, negatif ve pozitif kontrol ile 0,125, 1,5, 2,5 ve 3,0 ml/kg oranlarında uçucu yağ içeren toplam 6 gruptan oluşmuş ve balıklar 56 gün süre ile beslenmişlerdir. Negatif kontrol grubundaki balıkların yemlerine herhangi bir uçucu yağ ilavesi yapılmamıştır. Pozitif kontrol grubundaki balıklar da, 56 gün boyunca uçucu yağ ilavesi yapılmayan kontrol yemi ile beslenmiş ve bu sürenin sonunda *V. anguillarum* ile deneysel enfeksiyon uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla balıklara *V. anguillarum* (LD₇₀ dozunda) intraperitoneal olarak enjekte edilmiştir. Deneysel enfeksiyonu takiben 1 hafta sonra yani klinik olarak hastalık belirtileri şekillendikten sonra balıklar, oksiterasiklin (75 mg/kg) (Treves-Brown, 2000) ilaveli yem ile tedavi edilmişlerdir.

Deneysel enfeksiyondan sonra balıklar 14 gün boyunca düzenli izlenerek ölüm oranları belirlenmiştir. Bu süre içerisinde yeni ölmüş balıkların iç organlarından rekolonyasyon yapılmış ve spesifik ölümler araştırılmıştır. Balıklarda *O. vulgare* uçucu yağlarının *V. anguillarum*' a karşı sağladığı direncin belirlenmesi için balıkların nispi hayatta kalma oranları (RPS) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

RPS = [1-Uçucu yağla beslenen balıklardaki mortalite (%) / Kontrol grubundaki mortalite (%)] X 100

Histolojik İncelemeler

O. vulgare uçucu yağı ile beslenen gökkuşuğu alabalıklarında denemenin 56. gününde iç organlarından karaciğer, böbrek ve dalak örnekleri alınarak %10' luk nötral tamponlu formaldehitte fikse edilmiştir. Daha sonra alınan doku kesitleri hemotoksilen eozin boyama yöntemiyle boyanarak oluşan histopatolojik değişiklikler ışık mikroskopunda incelenmiştir (Bancroft ve Stevens, 1977; Luna, 1982).

İstatistiksel Analizler

Denemede elde edilen veriler SPSS 18.0 paket programında ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Denemede incelenen çeşitli parametrelerin önem derecelerini karşılaştırırken sonuçlar ortalama değer ve standart sapma olarak verilmiştir. Gruplar arasındaki ayırım Varyans Analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve önem düzeyi P<0,05 olarak seçilmiştir (Özdamar, 2001).

BULGULAR

Bitki Uçucu Yağlarının GC-MS Analizi

O. vulgare' ye ait uçucu yağın kimyasal bileşen miktarları yüzde olarak Tablo 2' de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre uçucu yağın kimyasal kompozisyonundaki ana bileşenin karvakrol olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. *O. vulgare* bitkisi uçucu yağ bileşenlerinin oransal değerleri (%)

Bitki türü	Rt	Bileşen	% Oransal değerler
<i>O. vulgare</i>	74,192	Carvacrol	94,31
	17,667	γ -terpinene	1,53
	19,217	Cymene	1,29
	39,917	Linalool	1,25
	46,117	İsoborneol	1,13
	47,325	Myrcene	0,49

Büyüme Performansı Sonuçları

Farklı oranlarda *O. vulgare* uçucu yağı ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında hesaplanan biyometrik parametreler Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3. Farklı oranlarda *O. vulgare* uçucu yağı ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında biyometrik parametreler (X \pm SD)*

	Deneme grupları				
	Kontrol	0,125 ml/kg	1,5 ml/kg	2,5 ml/kg	3,0 ml/kg
Başlangıç ağırlığı (g)	27,66 \pm 3,98	27,91 \pm 4,08	27,86 \pm 3,52	27,56 \pm 3,94	28,05 \pm 3,70
Final ağırlığı (g)	75,98 \pm 15,87 ^c	79,36 \pm 9,83 ^c	90,78 \pm 12,19 ^a	85,65 \pm 11,76 ^b	90,73 \pm 12,68 ^a
Canlı ağırlık artışı (CAA) (g)	48,31 \pm 2,18 ^b	51,45 \pm 1,45 ^b	62,91 \pm 5,57 ^a	58,08 \pm 1,63 ^a	62,68 \pm 1,38 ^a
Oransal büyüme (OB)	174,60 \pm 6,17 ^b	184,38 \pm 7,52 ^b	225,78 \pm 20,00 ^a	210,73 \pm 6,78 ^a	223,47 \pm 5,06 ^a
Spesifik büyüme oranı (SBO)	4,30 \pm 0,05 ^b	4,37 \pm 0,03 ^b	4,59 \pm 0,09 ^a	4,51 \pm 0,03 ^a	4,59 \pm 0,02 ^a
Yem dönüşüm oranı (FCR)	1,31 \pm 0,03 ^{ab}	1,38 \pm 0,05 ^a	1,14 \pm 0,10 ^c	1,26 \pm 0,02 ^b	1,11 \pm 0,04 ^c
Yaşama oranı (YO)	96,66 \pm 0,82 ^b	98,09 \pm 0,82 ^{ab}	99,04 \pm 0,82 ^a	99,52 \pm 0,82 ^a	99,52 \pm 0,82 ^a
Kondüsyon faktörü (KF)	0,99 \pm 0,11 ^b	0,95 \pm 0,10 ^b	1,03 \pm 0,15 ^a	1,04 \pm 0,13 ^a	1,04 \pm 0,13 ^a
Yem değ. oranı (YDO)	75,87 \pm 2,20 ^b	72,19 \pm 2,76 ^b	87,92 \pm 8,56 ^a	78,97 \pm 1,49 ^b	89,44 \pm 3,92 ^a

*: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel bakımdan önemlidir (P<0,05)

O. vulgare ile yapılan besleme denemesinde final ağırlık değeri, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, oransal büyüme ve kondüsyon faktörünün 1,5 ml/kg, 2,5 ml/kg ve 3,0 ml/kg gruplarında 0,125 ml/kg ve kontrol grubuna göre daha iyi değerlerde olduğu tespit edilmiştir (P<0,05). Denemede final ağırlık değeri, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı ve oransal büyüme değerleri sırasıyla 90,78 \pm 12,19 g, 62,91 \pm 5,57 g, 4,59 \pm 0,09 ve 225,78 \pm 20,00 g olarak en iyi *O. vulgare* 1,5 ml/kg grubunda tespit edilmiştir. Bu grubu sırasıyla 3,0 ml/kg ve 2,5 ml/kg grupları takip etmiştir. 0,125 ml/kg oranında uçucu yağ içeren yemle beslenen grup ile kontrol grubu arasında ise istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır (P<0,05). En iyi yem dönüşüm oranı 3,0 ml/kg grupta (1,11 \pm 0,04) elde edilmiş ve bu grubu sırasıyla 1,5 ml/kg (1,14 \pm 0,10) ve 2,5 ml/kg (1,26 \pm 0,02) grupları izlemiştir. Yem değerlendirme oranı ise en iyi 3,0 ve 1,5 ml/kg

gruplarında olduğu ve diğer gruplar ile aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Yaşama oranı bakımından $99,52\pm0,82$ ile *O. vulgare* 2,5 ve 3,0 ml/kg gruplarının en iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu grupları sırasıyla 1,5 ml/kg ($99,04\pm0,82$) ve 0,125 ml/kg ($98,09\pm0,82$) izlemiştir. En düşük yaşama oranı $96,66\pm0,82$ ile kontrol grubunda elde edilmiştir ($P<0,05$).

In vivo Antibakteriyel Etki Sonuçları

V. anguillarum ile yapılan deneysel enfeksiyon uygulaması sonucunda, *O. vulgare* ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında ölüm oranlarının negatif kontrol grubuna (%70) göre önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). En düşük mortalite oranı (%27,5), 3,0 ml/kg oranında *O. vulgare* uçucu yağını içeren yemle beslenen grupta tespit edilmiştir. *V. anguillarum* verilen deneme gruplarında nispi yaşama oranına bakıldığında en yüksek değerler sırasıyla 3,0 ml/kg ve 2,5 ml/kg dozlarında ilave edilen yemle beslenen balık gruplarında bulunmuştur. En düşük RPS değerinin bulunduğu *O. vulgare* 0,125 ml/kg ile pozitif kontrol grubu istatistiksel olarak benzerlik görülmüştür ($P<0,05$) (Tablo 4).

Tablo 4. *V. anguillarum* enfekte edilmiş gökkuşacağı alabalıklarında mortalite oranları ve RPS değerleri

Gruplar	Mortalite oranı (%)	RPS değerleri
<i>O. vulgare</i> 0,125 ml/kg	57,5	17,85 \pm 5,05 ^a
<i>O. vulgare</i> 1,5 ml/kg	47,5	46,42 \pm 5,05 ^b
<i>O. vulgare</i> 2,5 ml/kg	35	50,00 \pm 10,10 ^b
<i>O. vulgare</i> 3,0 ml/kg	27,5	60,71 \pm 5,05 ^b
Pozitif Kontrol (Oksiterasiklin 75 mg/kg)	52,5	25,00 \pm 5,05 ^a
Negatif Kontrol	70	-

*: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel bakımından önemlidir ($P<0,05$)

Antioksidan Enzim Aktiviteleri ve Lizozim Aktivitesine Ait Bulgular

O. vulgare uçucu yağları ile beslenen gökkuşacağı alabalıklarında plazma katalaz aktivitesinde gruplar arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir ($P<0,05$) (Tablo 5). Plazmada süperoksit dismutaz aktivitesinin ise en yüksek 1,5 ml/kg (789,52 \pm 16,63) grubunda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu grubu sırasıyla 2,5 ml/kg, 3,0 ml/kg, kontrol ve 0,125 ml/kg grupları izlemiştir ($P<0,05$) (Tablo 5).

Lizozim aktivitesinin *O. vulgare* 3,0 ml/kg ile beslenen grupta en yüksek (17,66 \pm 2,51) olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Tablo 5).

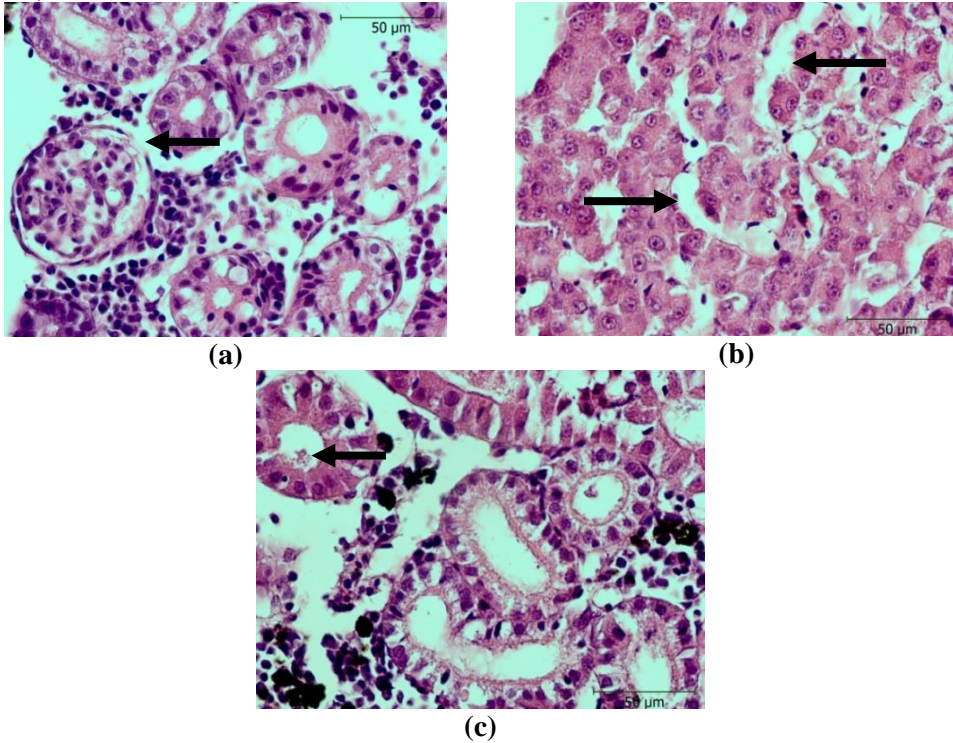
Tablo 5. *O. vulgare* uçucu yağları ile beslenen gökkuşağı alabalıklarında antioksidan ve lizozim aktivite sonuçları

Gruplar	Plazma katalaz aktivitesi (CAT)	Plazma süperoksit dismutaz aktivitesi (SOD)	Lizozim aktivitesi (mg/ml)
<i>O. vulgare</i> 0,125 ml/kg	29,73±3,76	669,66±85,10 ^b	6,66±1,52 ^c
<i>O. vulgare</i> 1,5 ml/kg	25,04±4,21	789,52±16,63 ^a	10,00±0,00 ^b
<i>O. vulgare</i> 2,5 ml/kg	30,98±5,22	782,12±12,65 ^a	10,00±1,00 ^b
<i>O. vulgare</i> 3,0 ml/kg	26,15±8,95	782,03±43,25 ^a	17,66±2,51 ^a
Kontrol	26,25±2,12	706,38±25,63 ^{ab}	8,00±1,00 ^{bc}

*: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki bakımdan önemlidir (P<0,05)

Histolojik İncelemelere Ait Sonuçlar

Histolojik incelemelerde kontrol grubu ile mukayese edildiğinde uçucu yağ ilaveli yemle beslenen gruplarda konsantrasyon farkı olmaksızın karaciğer hücrelerinde gevşek bir görünüm ve böbrek dokusuna ait glomerulus ve tübüllerde nekroz dikkati çekmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. (a) 0,125 ml/kg oranında *O. vulgare* uçucu yağı ile beslenen gruplarda posterior böbrekte glomerulusta nekroz (x40) (b) 1,5 ml/kg oranında *O. vulgare* uçucu yağı ile beslenen gruplarda karaciğer hücrelerinde gevşek görünüm (x40) (c) 3,0 ml/kg oranında *O. vulgare* uçucu yağı ile beslenen gruplarda posterior böbrekte tübüler nekroz (x40)

TARTIŞMA

Akuakültürde balıkların büyümesini ve sağlığını artırmak amacı ile çeşitli bitkisel ürünlerin kullanılması oldukça popüler bir yaklaşımdır (Gatlin vd., 2007; Ji vd., 2007; Erol-Florian vd., 2011; Ndong ve Fall, 2011). Son yıllarda yapılan araştırmalarda tıbbi bitkilerin balıklarda büyüme parametreleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Ji vd., 2007; Aly vd., 2008; Immanuel vd., 2009; Ahilan vd., 2010; Ndong ve Fall, 2011; Oskoi vd., 2012). Özellikle gökkuşuğu alabalığını da içeren birçok balık türünde bitkisel ürünler ve etken maddeleri ile yapılan beslemenin büyüme üzerinde olumlu etkileri görülmektedir (Düğenci vd., 2003; Zheng vd., 2009).

Lamiceae familyasına ait kekik türleri antibakteriyel, antifungal, antioksidan, anti-enflamatuar özelliklerinin yanı sıra sindirimi kolaylaştırma özellikleri nedeniyle büyümeyi destekleyici olarak kullanım potansiyeline sahiptir (de Moraes França Ferreira vd., 2014). Kanal yayın balıklarında (*Ictalurus punctatus*) *O. heracleoticum* (Zheng vd., 2009), gökkuşuğu alabalıklarında *O. vulgare* (Ahmadifar vd., 2011) ve *O. onites* (Diler vd., 2016), levrek ve tilapialarda *Thymus vulgaris* (Yılmaz vd., 2012; Shehata vd., 2013) uçucu yağları ile yapılan besleme çalışmalarında büyüme performansında artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kekik bitkisinin temel bileşenleri olan timol ve karvakrolün farklı balık türlerinde büyüme üzerine etkileri çalışılmıştır. Giannenas vd. (2012), timol ilaveli yemle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında ağırlık kazancının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Karvakrol ilaveli yemle beslenen gruplarda ise büyüme parametrelerinde herhangi bir artışın olmadığı belirlenmiştir. Benzer bir şekilde Volpatti vd. (2013), levrek balıklarında karvakrolün büyüme performansı üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ahmadifar vd. (2014) yavru mersin (*Huso huso*) balıklarının diyetlerine ilave edilen timol ve karvakrol karışımının final ağırlık ve spesifik büyüme oranını artırdığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada *O. vulgare* uçucu yağı ile beslemenin gökkuşuğu alabalıklarında büyüme performansı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu saptanmıştır. En iyi final ağırlık değeri, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, kondüsyon faktörü ve oransal büyüme 1,5 ml/kg ve 3,0 ml/kg uçucu yağ ile beslenen balıklarda tespit edilmiştir ($P<0,05$). *O. vulgare* L. ile beslenen balıklarda en iyi yem dönüşüm değerleri 1,5 ml/kg ve 3,0 ml/kg gruplarında elde edilmiştir. Yaşama oranları bakımından tüm gruplarda kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir ($P<0,05$). Araştırma bulgularımız Zheng vd. (2009), Ahmadifar vd. (2011), Yılmaz vd. (2012), Shehata vd. (2013), Ahmadifar vd. (2014) ve Diler vd., (2016)' in çalışmaları ile desteklenmektedir. Giannenas vd. (2012) ve Volpatti vd. (2013)' den ise farklı sonuçlar elde edilmiştir. Uçucu yağların büyüme üzerindeki olumlu etkileri, onların aromatik özelliklere sahip olması nedeniyle balıkların yem alımı artırdığı ve ağırlık kazancının artması ile açıklanmaktadır (Abdel Latif ve Khalil, 2014). Ayrıca bitkilerin biyoaktif bileşenlerinin sindirim enzimlerini artırarak nutrientlerin absorpsiyonu sağlamaktadır (Radhakrishnan vd., 2015).

Kekik türleri, yüksek düzeyde uçucu yağ içermekte ve bu yağların ana bileşeni olan timol ve karvakrolün yüksek antioksidan özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Giannenas vd. (2012) karvakrol ve timol ilaveli yemle 8 hafta beslemenin sonunda gökkuşuğu alabalıklarının filetosunda antioksidan aktivite için glutathion reduktaz, glutathion-S tranferaz, malondialdehit, lizozim, nitrit oksit, toplam komplement konsantrasyonu, katalaz aktivitesini belirlemişlerdir. Sonuçta karvakrol ve timol ilaveli yemle beslenen gruplarda, malondialdehit sayısında bir düşüş olmasına rağmen, glutathion reduktaz ve

glutathion-S tranferaz aktivitesinde artış olduğu tespit edilmiştir. Karvakrol ilaveli yemle beslenmiş gruplarda katalaz aktivitesi lizozim ve toplam komplement konsantrasyonunun yüksek olduğu ve antioksidan koruyucu kapasitenin arttığı görülmüştür. Benzer şekilde, *O. heracleoticum* uçucu yağı ile beslenen kanal yayın balıklarında plazmada süperoksit dismutaz ve katalaz aktivitesinin önemli oranda yükseldiği tespit edilmiştir (Zheng vd., 2009). Çalışmamızda da uçucu yağ ilaveli yemlerle beslenen balıklarda, plazma süperoksit dismutaz aktivitesinde artış olduğu ve en yüksek değer 1,5 ml/kg grubunda tespit edilmiştir ($P<0,05$). Bununla birlikte, uçucu yağ ilavesinin plazma katalaz seviyelerinde bir değişime neden olmadığı görülmüştür. Lizozim balık patojenlerine karşı korunmada önemli bir parametre olup bu çalışmada lizozim aktivitesinin sadece *O. vulgare* L. 3,0 ml/kg ile beslenen balıklarda bir artış göstermiştir ($P<0,05$). Karagouni vd. (2015) yaptıkları çalışmada *Origanum minutiflorum*' un *Diplodus puntazzo*' da lizozim aktivitesini artırdığını belirlemiştir. Araştırma sonuçlarımız *O. vulgare*' de plazmada süperoksit dismutaz aktivitesinin artması nedeniyle *in vivo* antioksidan aktivitenin olumlu etkilendiğini ve Zheng vd. (2009)' in bulgularını desteklediği tespit edilmiştir.

Hızla gelişmekte olan su ürünleri yetiştiriciliğinde intensif üretim şartlarında infeksiyöz hastalıklar önemli ekonomik kayıplar oluşturmaktadır. Akuakültürde özellikle balık yemlerine bitkisel maddelerin ilavesi sadece büyümeyi artırıcı olarak değil aynı zamanda balıklarda bağışıklığın geliştirilmesi ve hastalıkların kontrolü amacıyla yapılmaktadır (Jian ve Wu, 2003).

Farklı aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları bilinir (Hammer vd., 1999; Baydar vd., 2004). *Origanum* cinsi bitkilerin antibakteriyel etkiye sahip karvakrol, timol, p-cymen, y-terpinen gibi çok sayıda aktif metabolitleri vardır (Karaousou & Kokkini, 2003). Bu çalışmada karvakrol (%94,31) *O. vulgare*' nin uçucu yağında antimikrobiyal etkisi olan ana bileşendir. Uçucu yağların antibakteriyel mekanizmaları tam bilinmemekle birlikte kimyasal yapıları ve lipofilik özellikleri önemli rol oynamaktadır. Karvakrol sitoplazmik membran geçirgenliğini artırdığı için ve lipopolisakkaritler üzerindeki etkisi nedeniyle Gr (-) bakterilerin membran bütünlüğünü bozmaktadır.

Çalışmamızda *O. vulgare* uçucu yağı ile beslemenin gökkuşağı alabalıklarında *V. anguillarum*' a karşı koruma sağlandığı ve en düşük konsantrasyonda (0,125 ml/kg) bile negatif kontrolden daha iyi nispi yaşama oranı verdiği görülmüştür. *O. vulgare* uçucu yağının yüksek oranda karvakrol içermesi nedeniyle patojenlere direnç sağlayabildiği sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde daha önce yapılan çalışmalarda *O. heracleoticum* uçucu yağının kanal yayın balıklarında *A. hydrophila*' ya (Zheng vd., 2009), *O. vulgare* ekstraktının tilapialarda *V. alginolyticus*' a (Abdel-Latif ve Khalil, 2014), *O. onites* uçucu yağının gökkuşağı alabalıklarında *L. garvieae*' ye (Diler vd., 2016) ve karvakrol ile beslemenin gökkuşağı alabalıklarında *V. anguillarum*' a (Volpatti vd., 2013) karşı direnç sağladığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulgularımız Zheng vd. (2009), Abdel-Latif ve Khalil (2014), Diler vd. (2016) ve Volpatti vd. (2013)' ün sonuçlarını desteklemiştir.

O. vulgare' nin kimyasal kompozisyonu ile ilgili yapılan çalışmalarda ana bileşenin karvakrol olmakla birlikte (Goliaris vd., 2003; Viuda-Martos vd., 2007; Souza vd., 2008; De Martino vd., 2009; Derwich vd., 2010; Bejaoui vd., 2013; Stojkovic vd., 2013) terpineol, caryophyllene, thymoquinene gibi bileşenlerden de meydana gelebileceği tespit edilmiştir (Milos vd., 2000; Radusiene vd., 2005; Cleff vd., 2010). Bu çalışmada ise *O. vulgare* uçucu yağının kimyasal kompozisyonunda karvakrol (%94,31), myrcene (%0,49),

isoborneol (%1,13), linalool (%1,25), cymene (%1,29) ve γ terpinen (%1,53) bileşenleri tespit edilmiş olmakla birlikte timol bileşenine rastlanılmamıştır.

Bitkisel ürünlerin yem katkı maddesi olarak kullanılması halinde dokularda görülen histopatolojik değişimler çeşitli araştırmalar ile ortaya konmuştur. Mohi-Eldin vd. (2012), ginseng ekstraktı ve sarımsak tozunun dişi ratlarda böbrek tübüllerinde vakuolar dejenerasyon ve nekrozise sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Zakes vd. (2008), *Astragalus radix* ve *Lonicera japonica* bitkilerinin yavru *Sander lucioperca* larda karaciğer ve orta bağırsak üzerindeki histolojik etkilerini araştırmışlar ve karaciğer parankimasında bazı farklılıklar oluşturduğu, hücre sitoplazmalarında glikojen ve yağ damlaları ve inklüzyon oluşumu ve bazı patolojik değişimlerin meydana geldiğine dikkati çekmiştir. İki bitkinin karışım halinde verildiği grupta nekrotik değişiklikler daha belirgin olmuştur. Bu araştırmadaki histopatolojik incelemelerde *O. vulgare* L. uçucu yağı ile 56 gün beslemenin gökkuşağı alabalıklarında karaciğer hücrelerinde gevşek bir görünüm ve böbrek dokusuna ait glomerulus ve tübüllerde nekroza yol açtığı dikkati çekmiştir. Söz konusu bulgularımız Zakes vd. (2008)' in sonuçlarını desteklemiş ve bitkisel ürünlerin balıklarda toksik etkiye neden olmamakla birlikte bazı histopatolojik değişimlere neden olabileceğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak bu çalışmada, *Origanum vulgare* L. uçucu yağının gökkuşağı alabalığı üzerinde *Vibrio anguillarum*' a karşı *in vivo* antibakteriyel aktivitesi ilk kez belirlenmiştir. Ayrıca kullanılan uçucu yağın balıklarda büyüme teşvik edici ve antioksidan aktiviteyi artırıcı etkiye sahip oldukları da tespit edilmiştir. Böylece *O. vulgare* uçucu yağının antibakteriyel ve antioksidan özellikleri yanında büyüme performansı üzerine olumlu etkileri neticesinde su ürünleri yetiştiriciliğinde alternatif yem katkı maddesi olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdel-Latif, H.M.R., & Khalil, R.H. (2014). Evaluation of two phytobiotics, *Spirulina platensis* and *Origanum vulgare* extract on growth, serum antioxidant activities and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to pathogenic *Vibrio alginolyticus*. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(5), 250-255.
- Abdel-Tawwab, M., Azza, M., & Abdel-Rahman, N.E.M.I. (2008). Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged *In situ* with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 280(1-4), 185-189.
- Abdel-Tawwab, M. (2010). Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), against *Aeromonas hydrophila* infection. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41, 203-213.
- Ahilan, B., Nithiyapriyatharshini, A., & Ravaneshwaran, K. (2010). Influence of certain herbal additives on the growth, survival and disease resistance of goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus). *Tamilnadu Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 6(1), 5-11.
- Ahmadifar, E., Falahatkar, B., & Akrami, R. (2011). Effects of dietary thymol-carvacrol on growth performance, hematological parameters and tissue composition of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(4), 1057-1060.
- Ahmadifar, E., Mansour, M.R., Amirkolaie, A.K., & Rayeni, M.F. (2014). Growth efficiency, survival and haematological changes in great sturgeon (*Huso huso* Linnaeus, 1758) juveniles fed diets supplemented with different levels of thymol-carvacrol. *Animal Feed Science and Technology*, doi: 10.1016/j.anifeeds.2014.08.012.

- Aly, S.M., Atti, N.M.A., & Mohamed, M.F. (2008). Effect of garlic on the survival, growth, resistance and quality of *Oreochromis niloticus*. 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture. 12–14 October, Cairo, Egypt, 277-296.
- Ardo, L., Yin, G., Xu, P., Varadi, V., Szigeti, G., Jeney, Z., & Jeney, G. (2008). Chinese herbs (*Astragalus membranaceus* and *Lonicera japonica*) and boron enhance the non-specific immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 275 (1-4), 26-33.
- Azaz, A.D., Demirci, F., Satıl, F., Kürkçüoğlu, M., Başer, K.H.C. (2002). Bazı *Satureja* uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri. 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.
- Bancroft, J.D., & Stevens, A. (1977). *Theory and practice of histological techniques*. Edinburgh, London and New York: Churchill Livingstone.
- Baydar, H., Sagdic, O., Ozkan, G., & Karadogan, T. (2004). Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control*, 15, 169–172.
- Bejaoui, A., Boulila, A., & Boussaid, M. (2013). Chemical composition and biological activities of essential oils and solvent extracts of *Origanum vulgare* subsp. *glandulosum* Desf. from Tunisia. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(32), 2429-2435.
- Cleff, M.B., Meinerz, A.R., Xavier, M., Schuch, L.F., Meireles, M.C.A., Rodrigues, M.R.A., & Mello, J.R.B.D. (2010). *In vitro* activity of *Origanum vulgare* essential oil against *Candida* species. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41, 116-123.
- Çetinkaya, O. (1995). *Balık Besleme, Ders Kitabı*. Van: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- De Martino, L., De Feo, V., Formisano, C., Mignola, E., & Senatore, F. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils from three chemotypes of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart growing wild in Campania (Southern Italy). *Molecules*, 14, 2735-2746.
- De Moraes França Ferreira, P., da Silva Nascimento, L., Coelho Dias, D., da Veiga Moreira, D. M., Lúcia Salaro, A., de Freitas, M.B.D., Carneiro, A.P.S., & Zuanon, J.A.S. (2014). Essential oregano oil as a growth promoter for the yellowtail tetra, *Astyanax altiparanae*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 45(1), 28-34.
- De Silva, S.S., & Anderson, T.A. (1995). *Fish Nutrition in Aquaculture*. London: Chapman and Hall.
- Demir, M., Vural, C.D., Yılmaz, N., Yüksel, Ş., Vural, H., & Sezer, M.T. (2007). Tek Seans Hemodiyalizinde Çeşitli Oksidatif Stres Markerları Üzerine Etkisi. *Tıp Araştırmaları Dergisi*, 5 (2), 74-77.
- Derwich, E., Benziane, Z., Manar, A., Boukir, A., & Taouil, R. (2010). Phytochemical analysis and *in vitro* antibacterial activity of *Origanum vulgare* from Morocco. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 5(2), 120-129.
- Diler, Ö., Görmez, Ö., Diler, İ., & Metin, S. (2016). Effect of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil on growth, lysozyme and antioxidant activity and resistance against *Lactococcus garvieae* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Nutrition*, doi:10.1111/anu.12451.
- Düğenci, S.K., Arda, N., & Candan, A. (2003). Some medicinal plants as immunostimulant for fish. *Journal of Ethnopharmacology*, 88, 99-106.
- Ellis, A.E. (1996). *Lysozyme Assay*. In *Techniques in Fish Immunology* (Eds: J.S. Stolen, T.C. Fletcher, D.P., Anderson, B.S. Roberson, W.B., Mulswink.), 101- 103.
- Erol-Florian, G., Şara, A., Molnar, F., & Bençea, M. (2011). The influence of some phytoadditives on growth performances and meat quality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Science and Biotechnologies*, 44(2), 13-18.
- Gatesoupe, F.J. (1999). The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 19, 147-165.

- Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D., Souza, E.J., Stone, D., Wilson, R., & Wurtele, E. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research*, 38(6), 551-579.
- Giannenas, I., Triantafyllou, E., Stavrakakis, S., Margaroni, Mavridis, M.S., Steiner, T., & Karagouni, E. (2012). Assessment of dietary supplementation with carvacrol or thymol containing feed additives on performance, intestinal microbiota and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 350-353, 26-32.
- Goda, A.M.A.S. (2008). Effect of dietary ginseng herb (Ginsana G115) supplementation on growth, feed utilization and hematological indices of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) Fingerlings. *Journal of The World Aquaculture Society*, 39, 205-214.
- Goddard, S. (1996). *Feed Management in Intensive Aquaculture*. USA: Chapman and Hall Press.
- Goliaris, A.H., Chatzopoulou, P.S., & Katsiotis, S.T. (2003). Production of new Greek oregano clones and analysis of their essential oils. *Journal of Herbs Spices and Medicinal Plants*, 10(1), 29-35.
- Hammer, K.A., Carson, C.F., & Riley, T.V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985-990.
- Heidarieh, M., Mirvaghefi, A.R., Sepahi, A., Sheikhzadeh, N., Shahbazfar, A.A., & Akbari, M. (2013). Effect of dietary *Aloe vera* on growth performance, skin and gastrointestinal morphology in rainbow trout. *Turkish Journal of Fish and Aquatic Science*, 13, 367-373.
- Hermann, J.R., Honeyman, M.S., Zimmerman, J.J., Thacker, B.J., Holden, P.J., & Chang, C.C. (2003). Effect of dietary *Echinacea purpurea* on viremia and performance in porcine reproductive and respiratory syndrome virus-infected nursery pigs. *Journal of Animal Science*, 81, 2139-2144.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., & Firat, A. (2001). *Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I* (II.Baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Immanuel, G., Uma, R.P., Iyapparaj, P., Citarasu, T., Punitha Peter, S.M., Michael Babu, M., & Palavesam, A. (2009). Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of Tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Journal of Fish Biology*, 74, 1462-1475.
- Irianto, A., & Austin, B. (2002). Probiotics in aquaculture: review. *Journal of Fish Diseases*, 25, 633-642.
- Ji, S.C., Takaoka, O., Jeong, G.S., Lee, S.W., Ishimaru, K., Seoka, M., & Takii, K. (2007). Dietary medicinal herbs improve growth and some non-specific immunity of red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science*, 73, 63-69.
- Jian, J., & Wu, Z. (2003). Effects of traditional Chinese medicine on nonspecific immunity and disease resistance of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea* (Richardson). *Aquaculture*, 218, 1-9.
- Karagouni, E., Athanassopoulou, F., Lytra, A., Komis, C., & Dotsika, E. (2005). Antiparasitic and immunomodulatory effect of innovative treatments against *Myxobolus* sp. infection in *Diplodus puntazzo*. *Veterinary Parasitology*, 134, 215-228.
- Karousou, R., & Kokkini, S. (2003). The genus *Origanum* (Labiatae) in Crete: distribution and essential oils. *Bocconea*, 16, 717-721.
- Kesarcodi-Watson, A., Kaspar, H., Lategan, M.J., & Gibson, L. (2008). Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening processes. *Aquaculture*, 274, 1-14.
- Luna, G.L. (1982). *Manual of Histologic Staining Methods*. New York: Mc Graw-Hill Co.
- Milos, M., Mastelic, J., & Jerkovic, I. (2000). Chemical composition and antioxidant effect of glycosidically bound volatile compounds from Oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*). *Food Chemistry*, 71, 79-83.
- Mohi-Eldin, M.M., Mostafa, A.M., & Abd-El kader, A.A. (2012). The protective effects of ginseng plant extract (ginsana) and garlic powder against the bad effects of lambda-cyhalothrin

- insecticide on kidneys of female rats. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 4 (1), 75-85.
- Ndong, D., & Fall, J. (2011). The Effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). *Journal of Clinical Immunology and Immunopathology Research*, 3(1), 1-9.
- Oskoi, S.B., Kohyani, A.T., Parseh, A., Salati, A.P., & Sadeghi, E. (2012). Effects of dietary administration of *Echinacea purpurea* on growth indices and biochemical and hematological indices in rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) fingerlings. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38 (4), 1029-1034.
- Özdamar, K. (2001). *Tıp Biyoloji Eczacılık ve Diş Hekimliği Öğrencileri için SPSS ile Biyoistatistik*. Kaan Kitabevi, 452s.
- Radhakrishnan, S., Saravana Bhavan, P., Seenivasan, C., Muralisankar, T., & Shanthi, R. (2015). Effects of native medicinal herbs (*Alternanthera sessilis*, *Eclipta alba* and *Cissus quadrangularis*) on growth performance, digestive enzymes and biochemical constituents of the monsoon river prawn *Macrobrachium malcolmsonii*. *Aquaculture Nutrition*, 21(4), 496-506.
- Radusiene, J., Judpintienė, A., Pečiulytė, D., & Janulis, V. (2005). Chemical composition of essential oil and antimicrobial activity of *Origanum vulgare*. *Biologija*, 4, 53-58.
- Rattanachaiakunsopond, P., & Phumklachor, P. (2010). Assessment of synergistic efficacy of carvacrol and cymene against *Edwardsiella tarda* *in vitro* and in tilapia (*Oreochromis niloticus*). *African Journal of Microbiology Research*, 4, 420-425.
- Schnick R.A., Alderman D.J., Armstrong R., Le Gouvello R., Ishihara S., Lacierra E.C., Percival S., & Roth M. (1997). Worldwide aquaculture drug and vaccine registration progress. *B. Eur. Assoc. Fish Path.*, 17, 251-260.
- Shehata, S.A., Mohamed, M.S., & Abd El-Shafi, S. (2013). Antibacterial activity of essential oils and their effects on Nile tilapia fingerlings performance. *Journal of Medical Sciences*, 13, 367-372.
- Sonsuzer Hancı, S., Şahin, S., & Yılmaz, L. (2003). Isolation of volatile oil from Thyme (*Thymra spicata*) by steam distillation. *Nahrung/Food*, 47(4), 252-255.
- Souza, E.L., Barros, J.C., Oliveira, C.E.V., & Conceição, M.L. (2008). Influence of *Origanum vulgare* L. essential oil on enterotoxin production, membrane permeability and surface characteristics of *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Food Microbiology*, 137(2-3), 308-311.
- Stojkovic, D., Jasmina, G., Ana, C., Nikolic, M., Ristic, M., Jovana, S., & Marina, S. (2013). Investigation on antibacterial synergism of *Origanum vulgare* and *Thymus vulgaris* essential oils. *Archives of Biological Sciences*, 65(2), 639-643.
- Treves-Brown, K.M. (2000). *Applied Fish Pharmacology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Turi L. D., Ragni M., Jambrenghi A. C., Lastilla M., Vicenti A., Colonna M. A., Giannico F., & Vonghia G. (2009). Effect of dietary rosemary oil on growth performance and flesh quality of farmed seabass (*Dicentrarchus labrax*). *18th Nat. Congr. Ital. J. Anim. Sci.*, Vol. 8 (Suppl. 2). 857-859.
- Turker, H., Yıldırım, & A.B. (2015). Screening for antibacterial activity of some Turkish plants against fish pathogens: a possible alternative in the treatment of bacterial infections. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 29(2), 281-288.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernandez-Lopez, J., & Perez-Alvarez, J.A. (2007). Chemical composition of the essential oils obtained from some spices widely used in mediterranean region. *Acta Chimica Slovenica*, 54, 921-926.
- Volpatti, D., Chiara, B., Francesca, T., & Marco, G. (2013). Growth Parameters, innate immune response and resistance to *Listonella (Vibrio) anguillarum* of *Dicentrarchus labrax* fed carvacrol supplemented diets. *Aquaculture Research*, 45(1), 31-44.

- Won, M.M., Cha, E.J., Yoon, O.K., Kim, N.S., Kim, K., & Lee, D.S. (2008). Use of headspace mulberry paper bag micro solid phase extraction for characterization of volatile aromas of essential oils from Bulgarian rose and provence lavender. *Analytica Chimica Acta*, 631(1), 54-61.
- Woolliams, J.A., Wiener, G., Anderson, P.H., & McMurray, C.H. (1983). Variation in the activities of glutathione peroxidase and superoxide dismutase and in the concentration of copper in the blood in various breed crosses of sheep. *Research in Veterinary Science*, 34(3), 253-256.
- Yılmaz, S., Ergün, S., & Çelik, E.Ş. (2012). Effects of herbal supplements on growth performance of sea bass (*Dicentrarchus labrax*): change in body composition and some blood parameters. *Journal of BioScience and Biotechnology*, 1(3), 217-222.
- Zakes, Z., Kowalska, A., Demska-Zakes, K., Jeney, G., & Jeney, Z. (2008). Effect of two medicinal herbs (*Astragalus radix* and *Lonicera japonica*) on growth performance and body composition of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca* L.). *Aquaculture Research*, 39, 1149-1160.
- Zheng, Z.L., Tan, J.Y.W., & Liu, H.Y. (2009). Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, 292 (3-4), 214-218.

Determination of Some Population Dynamical Parameters of *Planiliza abu* (Heckel, 1843) from Ceyhan River Basin*

Sevil BİRECİKLIĞİL**, Burak SEÇER, Muhammed KELLEÇİ, Ertan ARAS, Erdoğan ÇİÇEK

Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Faculty of Art and Sciences, Department of Biology, Nevşehir, TURKEY

Geliş : 20.10.2016

Kabul : 27.01.2017

Research Paper / Araştırma Makalesi

**Corresponding author e-mail: sevilsungur@nevsehir.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Abstract

This study was carried out in order to determine population parameters of *Planiliza abu* in August 2014, May and July 2015 in Azaplı Lake and Kartalkaya Dam Lake, Ceyhan River Basin. A total of 370 specimens were analyzed. Age of the specimens ranged from 0 to VI. age groups and dominant age group was III (30.81%). Total length varied from 4.0-23.1 cm with the mean of 14.17±3.11 cm and total weight ranged from 1.06 to 160.10 with the mean of 39.49±24.95 g. Length-weight relationship were estimated $W=0.0114L^{3.022}$. Estimated population parameters were calculated as L_{∞} : 27.87 cm, k : 0.189 year⁻¹, t_0 : -1.09 year, Φ' : 2.89 and K : 1.13 for the population. Mortality and exploitation rates were also estimated as Z : 0.40, M : 0.33, F : 0.07 and E : 0.17, respectively. In the light of these values there were no over fishing pressure on the population.

Keywords: Azaplı Lake, Kartalkaya Dam Lake, age and growth, mortality rates, exploitation rate.

Ceyhan Havzası *Planiliza abu* (Heckel, 1843) Populasyonuna Ait Bazı Populasyon Parametrelerinin Belirlenmesi

Özet

Bu çalışma Ağustos 2014, Mayıs ve Temmuz 2015 tarihlerinden Ceyhan Havzasında yer alan Azaplı Gölü ve Kartalya Barajındaki *Planiliza abu* populasyonuna ait parametrelerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Örneklenen 370 bireyin yaşlarının 0 ile VI. yaş grupları arasında değişim gösterdiği ve baskın olan yaş grubunun III. yaş grubu (%30,81) olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan bireylerin 4,0-23,1 cm total boya ve 1,06-160,10g total ağırlığa sahip oldukları belirlenmiş olup ortalama boy ve ağırlık değerleri ise sırasıyla 14,17±3,11 cm ve 39,49±24,95 g olarak hesaplanmıştır. Boy-ağırlık ilişkisi $W=0,0114L^{3,022}$ ve bazı populasyon parametreleri ise L_{∞} : 27,87 cm, k : 0,189 yıl⁻¹, t_0 : -1,09 yıl, Φ' : 2,89 ve K : 1,13 olarak tahmin edilmiştir. Ölüm oranları ve sömürülme düzeyi ise Z : 0,40, M : 0,33, F : 0,07 ve E : 0,17 olarak hesaplanmış olup bu veriler ışığında populasyon üzerinde herhangi bir av baskısının söz konusu olmadığı ortaya çıkmaktadır.

Anahtar kelimeler: Azaplı Gölü, Kartalkaya Barajı, yaş ve büyüme, ölüm oranları, sömürülme oranı.

*The study was carried out as a part of the projects founded by Nevşehir HBV University Scientific Project Unit, No: 13F34.

INTRODUCTION

The mullets or grey mullets belongs to a family Mugilidae and order of ray-finned fish found worldwide in coastal temperate and tropical waters, and in some species in fresh water. Mulletts have served as an important source of food in Mediterranean Europe since Roman times. They are migrating in coastal marine waters, estuaries and rivers in the Indo-Pacific region and East Atlantic, including the Mediterranean and Black Sea. This species formerly placed in the genus *Liza* but Durand et al. (2012) placed in the genus

Planiliza (Durand and Borsa, 2015; Jouladeh-Roudbar et al., 2015; Eschmeyer et al., 2016). *Planiliza abu* is a freshwater mullet, found in streams, rivers, drains, channels, canals, lakes, reservoirs and ponds, including fish farms (Coad, 2016). This species is found in schools. The diet is diverse but the main component is organic detritus and sand grains which are probably ingested when searching for detritus and the species may be ingesting micro-organisms associated with the sand. Aquatic plant parts, phytoplankton and aquatic insects and their larvae are also important parts of the diet. Other prey includes crustaceans, mollusks and worms. Very small fish consume eggs. This species is a day feeder (Coad, 2016).

This species is found in rivers flowing to the northern and eastern Persian Gulf, and is most common in Iran, Iraq, and Pakistan. It is found far upriver in Syria and Turkey, within the Tigris and Euphrates system (Coad, 2016). The species migrates towards upstream the Tigris at a period extending from August to late February (Ünlü et al., 2000). It has also been reported from the Orontes river systems draining to the Mediterranean (Yalcin-Ozdilek, 2003; Ay and Ozcan, 2016) where it is introduced and established. None of the previous studies about the fish fauna of Ceyhan River Basin was reported for this species and it was probably introduced to dams and reservoirs by aqua culturists or fish stocking facilities (Zebari, 2015). The aim of this study was to investigate some population parameters including age, growth, mortality and exploitation rates of the species.

MATERIALS and METHODS

This study was carried out in June-August 2010, May-July 2013 from Ceyhan River Basin in Azaplı Lake (37°45'01.00''K-37°33'19.93''K) and Kartalkaya Dam Lake (37°29'17.64''K-37°16'15.51''K). A total of 370 specimens were caught using gill nets with mesh sizes between 10 mm and 50 mm. Collected specimens were fixed in 10% formalin and transferred to laboratory.

In order to determine the population parameters, the total length and weight were determined to the nearest 1 mm and 0.01 g, respectively in each specimen. The scale samples were removed from the left side of the body ventral to the dorsal fin for the age determination. Scales were soaked in water and examined independently twice with no reference to the previous readings and without any knowledge of the length or weight of the fish under the stereo binocular microscope. The precision was measured by the percentage of agreement between the two readings (Chang, 1982). The assessment of age was based on the determination of the number of annuli on each scale.

The length-frequency data were plotted with 1 cm length intervals. The length-weight relationships (L-WRs) were determined according to the allometric equation $W = a * L^b$ (Sparre and Venema, 1998). In this equation, W is total weight, L is total length, a and b are regression constants. Growth in length and weight were expressed in terms of the von Bertalanffy equation $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$. The growth parameters L_{∞} , k and t_0 were estimated using the Least Squares Method recommended by Sparre and Venema (1998).

The length-length relationships (L-LRs) are useful for standardization of length type. The LLRs with total length among different body lengths were estimated using the method of least squares to fit a simple linear regression model as $Y = a + bX$, where Y : various body lengths, X : total length, a : proportionality constant and b : regression coefficient. Percentage of growth rate in length was calculated by the formula $GR =$

$(L_{t+1}/L_t)*100$. Where L_t : fish length at age t , L_{t+1} : fish length at age $t+1$. Von Bertalanffy growth curves (Bertalanffy, 1938): $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$

The growth performance index (Φ') was calculated using the formula (Pauly and Munro, 1984): $\Phi' = \log k + 2 \log L_\infty$. Fulton's Condition Factor (K) were calculated by following equations: $K = 100 \frac{W}{L^3}$ where; W : total weight and L : total length (Sparre and Venema, 1998).

The instantaneous rate of total mortality coefficient Z was estimated using Beverton and Holt's Z Equation (Beverton and Holt, 1957): $Z = k \frac{(L_\infty - \bar{L})}{(\bar{L} - L')}$, where; \bar{L} is the mean length of the entire catch, L' is the lower limit of corresponding length intervals (Sparre and Venema, 1998). The natural mortality coefficient (M) was estimated following Pauly's empirical formula (Pauly, 1980), linking the natural mortality with the von Bertalanffy parameters, L_∞ (cm), k and mean annual temperature (T) of water in habitat (mean annual temperature of Ceyhan River tributaries reported as 12.65°C by Karakaya et al., 2014): $\log_{10} M = -0.0152 - 0.279 \log_{10} L_\infty + 0.6543 \log_{10} k + 0.463 \log_{10} T$. Fishing mortality rates (F) was calculated as the difference between Z and M ($Z = F + M$). The value of the average annual exploitation rate (E) was obtained by $E = F/Z$ (Sparre and Venema, 1998).

Correspondence between empirical data and an expected distribution was tested by Chi^2 test. The b value was tested by t-test to verify that it was significantly different from the isometric growth ($b: 3$).

RESULTS

A total of 434 specimens were caught during the sampling period and of age of these 318 specimens were determined. Age of *P. abu* varied from 0 to VI age groups and most frequent age groups were III (30.8%), IV (18.1%) and II (16.2%), respectively (Table 1). The total length ranged from 4.0 to 23.1 cm with the mean of 14.17 ± 3.11 cm and total weight varied from 1.06 to 160.10 g with the mean of 39.49 ± 24.95 g. It was evident that *P. abu* grew rapidly in their two years after which growth rate declined.

Table 1. Age, length and weight-frequency distribution of *P. abu* from Ceyhan River Basin

Age	n	%n	Total length (cm)		Growth rate (%)	Total weight (g)		Growth rate (%)
			Mean	Range		Mean	Range	
0	31	8.38	7.68±0.99	4.0-9.4		8.03±1.61	1.06-9.68	
I	56	15.14	9.71±1.13	9.4-13.4	26.43	13.66±5.58	9.94-28.08	70.1
II	60	16.22	13.9±1.01	12.2-15.7	43.15	33.49±6.97	22.46-49.06	145.2
III	114	30.81	15.04±0.88	13.1-16.5	8.20	41.41±7.50	26.73-59.18	23.6
IV	67	18.11	16.10±0.92	14.1-18.7	7.05	48.97±8.31	34.43-77.68	18.3
V	33	9.92	18.15±1.21	16.3-20.9	12.73	75.17±17.37	52.21-118.32	53.5
VI	9	2.43	21.17±1.31	19.6-23.1	16.64	132.93±22.15	102.83-160.10	76.8
Σ	370		14.17±3.11	4.0-23.1		39.49±24.95	1.06-160.10	

The length-weight relationship and von Bertalanffy growth parameters for *P. abu* are presented in Figure 1. The relationship is determined as $W=0.0114L^{3.022}$ (95% CI of b : 2.980-3.064). The b value was not significantly different from than 3.0 ($p<0.01$), which indicates isometric growth of *P. abu*.

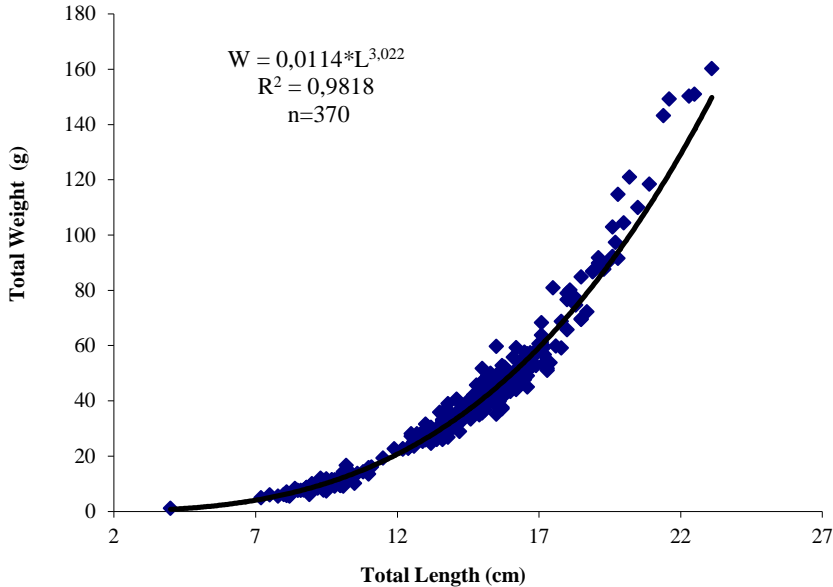


Figure 1. Length-weight relationship of *P. abu* from Ceyhan River Basin

The LLRs with total length among different body lengths were obtained as $FL=(0.9385*TL)-0.2274$ and $SL=(0.8183*TL)-0.1467$. Relationship equations among different body length parameters were found highly significant ($p<0.01$).

The von Bertalanffy growth parameters estimated as follows $L_{\infty} = 27.87$ cm, $W_{\infty} = 360.31$ g, $k = 0.189$ year⁻¹ and $t_0 = -1.09$ year. The von Bertalanffy growth parameters calculated using the mean total length and total weight at ages were; $L_t = 27.87[1 - e^{-0.189(t+1.09)}]$, $W = 27.87[1 - e^{-0.189(t+1.09)}]^{3.022}$. The growth performance index (Φ') and Fulton's Condition Factor (K) were estimated as 2.89 and 1.13 ± 0.22 , respectively.

Instantaneous total (Z), natural (M) and fishing (F) mortalities were estimated 0.40, 0.33 and 0.07 year⁻¹, respectively. The exploitation rate (E) was calculated as 0.17.

DISCUSSION

The oldest fish in this study was VI years old and the age was not determined older IV age in the previous studies. The instantaneous growth rate increased up to age II and then decreased with increasing age. Fish growth usually slows down after the onset of sexual maturity when large amount of nutrient materials periodically go into egg or sperm formation (Adams, 2014). Ünlü et al. (2000) report maturity at age 1 in Tigris River based on gonad development.

Some population parameters for *P. abu* populations are presented in Table 2.

Table 2. Length-weight relationship and von Bertalanffy growth parameters for *P. abu* from Ceyhan River Basin

<i>b</i>	<i>a</i>	Length ranges	L_{∞} (cm)	K (year ⁻¹)	t_0 (year)	Φ'	K	Ecosystem	References
2.794	-	-	29.8	0.19	-	2.33	-	Al-Hammar Marsh	Na'ama, 1982
3.213	0.0075	8.7-19.8	31.0	0.136	-4.799	-	-	Mehaijeran Creek	Mhalsen and Yousif, 1989
3.181	-	-	21.4	0.52	-	2.38	-	Shatt Al-Basrah	Wahab, 1986
2.700	-	-	-	-	-	-	-	Diyala River	Khalaf et al., 1986
3.21	0.136	-	-	-	-	-	-	Babylon	Al-Asadiy et al., 2000
3.03	0.123	-	-	-	-	-	-	Babylon	Al-Asadiy et al., 2000
3.01	0.122	-	-	-	-	-	-	Babylon	Al-Asadiy et al., 2000
3.332	0.004	10.3-19.2	20.4	0.383	-2.51	2.34	-	Tigris River	Ünlü et al., 2000
-	-	-	21.3	0.53	-	2.38	-	Garmat Ali River	Abdul-Samad, 2001
-	-	-	24.0	0.36	-	2.32	-	Euphrates River	Abbas and Al-Rudainy, 2006
-	-	-	23.8	0.52	-	2.47	-	Tharthar Lake	Shawardi, 2006
2.934	-	-	23.3	0.43	-	2.36	-	East Hammar Marsh	Mutlak, 2012
2.870	0.167	11.1-22.2	24.6	0.28	-1.36	2.23	-	Atatürk Dam	Doğu et al., 2013
2.907	0.0096	2.1-18.5	20.83	0.323	-0.618	2.23	0.67-1.02	Orontes River	Ay, 2013
2.899	0.0149	-	23.2	0.37	-	2.30	1.00	East Hammar Marsh	Mohamed, 2014
2.910	0.0132	-	21.1	0.44	-	2.29	1.02	Huwazah Marsh	Mohamed, 2014
2.662	0.0252	-	20.0	0.41	-	2.22	0.98	Chybaish Marsh	Mohamed, 2014
3.158	0.124	7.3-21.8	34.1	0.17	-0.94	-	1.26	Deve Geçidi Dam	Elp and Kaya, 2014
3.095	0.010	-	23.65	0.21	-1.54	-	1.21-2.41	Sır Reservoir	Zebari, 2015
2.907	0.0096	2.2-18.5	19.48	0.258	-1.432	2.18	0.79-0.84	Orontes River	Ay and Ozcan, 2016
3.022	0.0114	4.0-23.1	27.87	0.189	-1.09	2.89	1.13	Ceyhan River Basin	This study

The maximum length was reported as 20 cm in total length by Froese and Pauly (2016). However a specimen is 22.2 cm in length was caught in Atatürk Dam (Turkey) and the highest total lengths (23.1 cm) were observed in this study. Estimated theoretical maximal length ranged from 20.0 to 34.1 cm in the previous studies. The L_{∞} -value estimated in this study seems to be realistic.

The calculated coefficient b varied among the species from a minimum of 2.662 to a maximum of 3.332 in the previous studies (Table 2). According to these values isometric and both negative and positive allometric growth were observed in *P. abu*. The value estimated in this study is median among the previously reported values and the growth of *P. abu* in Ceyhan River is isometric ($b=3.022$, CI: 2.980-3.064). For the variations of

LWRs in the same species from different locations, the ecological conditions of the habits or variation in the physiology of animals, or both, are responsible (Le Cren, 1951).

The variation in the b exponents for the same species could be attributed to differences in sampling, sample size or length ranges. In addition, growth increment differences in age and stage of maturity, food, as well as environmental conditions such as temperature, and seasonality can also affect the value of b for the same species (Weatherley and Gill, 1987). Additionally differences are known to occur in biological features between the populations of same species living in different regions (Pazira et al., 2013). The growth is affected by many factors, such as sex, the life history strategy, food variety and availability, and temperature (Sarihan et al., 2006).

Estimated Fulton's Condition Factor (K) is highly correlated with other studies. Condition Factor is the best predictor of lipid density (Neff and Cargnelli, 2004). The growth performance index ranged from 2.22 to 2.89 and the highest value of 2.89 was observed in this study.

Mortality estimates are important to fisheries management. Knowing these rates can help managers to set harvest limits to maximum sustainable yield (MSY) or optimum sustainable yield (OSY) to give the maximum benefit to the stakeholders of the resource (Sparre et al., 1989). The exploitation rates of *P. abu* estimated from East Hammar, Huwazah and Chybaish marshes (Iraq) were 0.575, 0.375 and 0.562, respectively (Mohamed, 2014). These values indicate that there are overfishing pressure on the populations. Indeed *P. abu* is an important food fish in southern Iraq and commercially caught. *P. abu* is not commercially fished in Turkey but it may be consumed only locally as food for human consumption. Therefore, in this study no fishing pressure on the population from Ceyhan River Basin was determined.

REFERENCES

- Abbas, L.M., & Al-Rudainy, A.J. (2006). Ecology and biology of two freshwater fish species in Euphrates River, middle of Iraq. Proceedings of the International Conference on Underwater System Technology. Theory and Applications, Penang, Malaysia.
- Abdul-Samad, S.M.S. (2001). Effect of some ecological factor on growth and reproduction of *Liza abu* (Heckel, 1843) in Qarmat Ali River, South Iraq. M.Sc thesis. University of Basrah, Iraq. 99p.
- Adams, A. (2014). Growth determination of selected fish species in River Hadejia, Jigawa State, Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4(19), 40-54.
- Al-Asadiy, Y.D., Mhaisen, F. T. & Dauod, A.A.M. (2000). Observations of the age and growth of the mugilid fish *Liza abu* (Heckel) in a fish farm at Babylon province, mid Iraq. *Ibn Al-Haitham Journal for Pure and Application Science*, 13(2), 20-30.
- Ay, S. (2013). Some biological aspects of abu mullet (*Liza abu* (Heckel, 1843)) living in the River Asi (Hatay). M.Sc thesis. Mustafa Kemal University, Hatay.
- Ay, S., & Özcan, G. (2016). Some aspects of the biology of Abu mullet *Liza abu* (Heckel, 1843) in the Orontes River, Turkey. *Croatian Journal of Fisheries*, 74, 49-55. doi: 10.1515/cjf-2016-0011
- Bertalanffy, L., Von. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10, 181-213.
- Beverton, R.J., & Holt S. J. (1957). On the dynamics of exploited fish population. *Fishery Investigation*, 11(19), 1-533.
- Chang, W.B. (1982). A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39, 1208-1210.

- Coad, B.W. (2016). Freshwater fishes of Iran. Available from: www.briancoad.com, Retrieved 14/06/2016.
- Doğu, Z., Şahinöz, E., Aral, F., & Şevik, R. (2013). The growth characteristics of *Liza (Mugil) abu* (Heckel, 1843) in Atatürk Dam Lake. *African Journal of Agricultural Research*, 8, 4434-4440.
- Durand, J.D., & Borsa, P. (2015). Mitochondrial phylogeny of grey mullets (Acanthopterygii: Mugilidae) suggests high proportion of cryptic species. *Comptes Rendus Biologies*, 338, 266-277.
- Elp, M., & Kaya, N., (2014). A Study on Abu Mullet (*Liza abu* Heckel, 1843) (Diyarbakır), Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 13, 437-440.
- Eschmeyer, W.N., Fricke, R., & Van der Laan, R. (eds). Catalog of fishes: Genera, Species, References. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 03.01.2016. [This version was edited by Bill Eschmeyer.]
- Froese, R., & Pauly, D. (2016). FishBase. Available from: www.fishbase.org. Retrieved 14/06/2016.
- Geldiay, R., & Balık, S., 2007. Freshwater Fishes of Turkey. Freshwater Fishes of Turkey. V. Edition, Ege University Press, Bornova, Izmir, 638p.
- Jouladeh-Roudbar, A., Jafari-Kenari, S., Vatandoust, S., Mousavi-Sabet, H., & Eagderi S. (2015). Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation *International Journal of the Bioflux Society* 8 (6), 855-909.
- Karakaya, G., Şen, B., Gölbaşı, S., & Özer Gölbaşı, G. (2014). Changes in temperature and dissolved oxygen depth at Atatürk Dam Lake. *Adiyaman University Journal of Science*, 4(2), 82-90.
- Khalaf, A. N., Al-Yamour, K. Y., Allouse, S. B., Al-Jafary, A., & Sadek, S. E. (1986). Age, growth, length-weight relationships and distribution of Khishni *Liza abu* (Heckel) (Mugilidae) in a polluted habitat. *Journal of Biological Sciences Research*, 17(2), 63-81.
- Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.
- Mhalsen, F.T., & Yousif, U.H. (1989). Age and growth of the Mugilid fish *Liza abu* (Heckel) from Mehajjeran Creek, Basrah. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. 8, 147-155.
- Mohamed, A.M. (2014). Stock assessment of freshwater Mullet, *Liza abu* (Heckel, 1843) populations in three restored Southern Marshes, Iraq. *Croatian Journal of Fisheries*, 72, 48-54.
- Mutlak, F. M. (2012). Stock assessment of some fish species from East Hammar marsh, Southern Iraq. Ph.D thesis, University of Basrah, Iraq. 193 pp.
- Na'ama, A. K. (1982). Some biological aspects of two freshwater fishes, *Liza abu* (Heckel) and *Mugil dussumieri* (Val. and Cuv.) (Fam. Mugilidae) from the Horal-Hammar, North Basrah, Iraq. M.Sc. thesis, University of Basrah, Iraq. 161 pp.
- Neff B.D., & Cargnelli, L.M. (2004). Relationships between condition factors, parasite load and paternity in bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*. *Environmental Biology of Fishes* 71,297-304.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks, *Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39, 175-192.
- Pauly, D., & Munro, J.L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, 2, 21.
- Pazira, A.R, Moghdani, S., & Ghanbari, F. (2013). Age structure and growth of the *Garra rufa* (Cyprinidae), in southern Iran. *International Journal of Biosciences*, 3(12),115-119.
- Sarihan, E., Çiçek, E., & Toklu, B. (2006). Introduction to Fish Biology, Nobel Press, Adana.
- Shawardi, A. A. (2006). Ecology and biology of *Carassius carassius* (L. 1758) and *Liza abu* (Heckel, 1843) in Tharthar lake. Ph.D thesis, University of Al-Mustansiria, Iraq, 142p.

- Sparre, P., Ursin, E., & Venema, S.C. (1989). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 2: Exercises Manual. FAO Fisheries Technical Paper, Rome.
- Sparre, P., & Venema, S.C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. No. 306.1, Rev. 2, Rome, FAO. 407p.
- Ünlü, E., Balcı, K., & Meriç, N. (2000). Aspects of biology of *Liza abu* (Mugilidae) in the Tigris River (Turkey). *Cybium*, 24: 27-43.
- Wahab, N. K. (1986). Ecology and biology of three species of mugilid fishes in Shatt Al-Basrah Canal. M.Sc. thesis, University of Basrah, Iraq, 155 pp.
- Weatherley, A.H., & Gill, H.S. (1987). The Biology of Fish Growth. Academic Press, London, England, 443p.
- Yalçın-Özdilek, Ş., (2003). Occurrence of the Abu Mullet, *Liza abu* (Heckel, 1843) (Pisces, Mugilidae), in the Orontes River. *Zoology in the Middle East*, 30, 111-113.
- Zebari, N.M.A. (2015). Some biological characteristics of *Liza abu* (Heckel, 1843) in Sır Reservoir of Ceyhan River, Turkey. MsC Thesis, Kahramanmaraş Sütçü İmam University.

Eğirdir Gölü'ndeki Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)' nun Besin Bileşenlerinin Mevsim, Boy ve Eşeye Bağlı Olarak Değişimi*

Esra ARGUN UZUNMEHMETOĞLU¹, Seval BAHADIR KOCA^{1**}, Oğuz Yaşar UZUNMEHMETOĞLU³, Esra ACAR KURT¹, Özgür KOŞKAN²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Isparta.

²Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Isparta.

³TC. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğirdir.

Geliş : 09.11.2016

Kabul : 27.12.2016

Araştırma Makalesi / Research Paper

**Sorumlu Yazar: sevalkoca@sdu.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Özet

Eğirdir Göl'ün den yakalanan toplam 160 adet tatlı su istakozlarının (*Astacus leptodactylus* Esch, 1823) vücut kompozisyonu ve yağ asidi profilleri üzerinde boy, eşey ve mevsimin tek ve birlikte oluşturdukları etkiler faktöriyel düzeyinde araştırılmıştır. Biyokimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, ham protein seviyeleri üzerinde mevsim ve eşey/boyun etkileşimi olduğu tespit edilmiştir. Ham kül seviyeleri mevsime ve eşeye bağlı olarak, nem ise mevsim/boy etkileşimine bağlı olarak değişmiştir. Ham yağ değerlerinde ise bu üç faktörde etkisi belirlenmemiştir. Tatlı su istakozunda linoleik asit (C18:2 n6, LA), linolenik asit (C18:3 n3, α -LNA), araşidonik asit (C20:4 n6, ARA), eikosapentaenoik asit (C20:5 n3, EPA) ve dokosaheksaenoik asit (C22:6 n3, DHA) çoklu doymamış yağ asitlerinde (PUFA) baskın olarak tespit edilen gruplardır. LA ve MUFA seviyeleri üzerine üç faktörün birlikte etkileri önemli bulunmuşken, α -LNA, ARA, EPA, DHA, PUFA ve HUFA seviyelerinde ikili interaksiyonlar önemli bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Tatlı su istakozu, *Astacus leptodactylus*, biyokimyasal kompozisyon, yağ asidi

Variation of Nutrient Compositions Depent on Season, Size and Sex of Freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) from Lake Eğirdir

Abstract

Single and multiple effects of season, sex and length on proximate composition and fatty acid profiles of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch, 1823) (total 160) caught from the Lake Eğirdir, were investigated on a factorial level. According to the results of biochemical analysis, effects of seasons and interaction of sex/length were determined on crude protein levels. Crude ash levels changed depending on sex and seasons whereas moisture levels changed depending on seasons/length interaction. These three factors did not affect on the crude fat level. Linoleic acid (C18:2 n6, LA), linolenic acid (C18:3 n3, α -LNA), aracidonic acid (C20:4 n6, ARA), eicosapentaenoic acid (C20:5 n3, EPA) and docosaheksaenoic acid (C22:6 n3, DHA) were found to be dominant fatty acids in polunsaturated fatty acids (PUFAs) in freshwater crayfish. Bilateral interaction were significant on α -LNA, ARA, EPA, DHA, PUFA and HUFA while together effects of three factors were remarkable on LA and MUFA.

Keywords: Freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*, biochemical composition, fatty acid

*Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiş ve 4190- YL1- 14 Proje no ile SDÜ. BAP tarafından desteklenmiştir.

GİRİŞ

Türkiye’de tatlısu ıstakozu *A. leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)’un sadece avcılık yolu ile üretimi yapılmakta ve elde edilen ürünün tamamına yakını ihraç edilmektedir. Türkiye’de bu türün avcılığı yurt dışında kerevite olan talebin arttığı 1960’lı yılların son zamanlarına dayanır (Ackefors ve Lindqvist, 1994). 1986-1990 yılları arasında kerevit vebası hastalığı nedeniyle Türkiye’de kerevit avcılığı yasaklanmış, 1991 yılından sonra iyileşme görülen populasyonların periyodik olarak avcılığa açılması ile artan kerevit üretimi 2004 yılında 2317 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu artış ne yazık ki, 2005 yılından itibaren tekrar gerilemeye başlamış ve 2015 yılında 532 tona kadar gerilemiştir (TÜİK, 2016).

Bir organizmanın vücut kompozisyonu analizleri (nem, ham protein, ham yağ ve ham kül) fizyolojik şartlarının belirlenmesinin indikatörüdür. Protein ve yağ içeriğinin fazla olması yüksek enerji yoğunluğunu temsil eder (Bhavan vd., 2010). Ayrıca kimyasal kompozisyon analizleri kabuklu canlıların besin gereksinimleri hakkında bilgi edinmek için uygun yöntem olarak düşünülmektedir (Moreno-Reyes vd., 2015). Birçok araştırmacı büyüme, üreme gibi fizyolojik olayların desteklenmesi için besin alımı ve besinlerin farklı organlarda muhafazasının nasıl gerçekleştiğini anlamak için bu tarz çalışmalar yapmaktadır. Kabuklu canlılarda bu analizler yaşama ortamı, besin mevcudiyeti ve mevsim gibi çevresel faktörlere karşı metabolizmalarını nasıl uyarlayabildikleri hakkında da bilgi verir (Moreno-Reyes vd., 2015).

Kabuklu canlılar yaşama ortamlarında coğrafi bölgeye göre günlük ve yıllık döngüleri takiben oluşan ve canlıların davranışlarını, beslenmesini ve metabolizmasını etkileyen çok sayıda çevresel değişikliklere maruz kalırlar (Oliveira vd., 2003; Buckup vd., 2008). Kabuklu canlıların aktif metabolizmaları üzerine yapılan çalışmalarda tür içi ve türler arası geniş ölçekte çeşitliliğin var olduğu ortaya konulmuştur ve bu standart metabolik profilin belirlenmesini zorlaştırmaktadır (Oliveira vd., 2003; Dutra vd., 2008). Bu çeşitlilik yaşama ortamı, kabuk değiştirme döngüsü, cinsi olgunlaşma (özellikle dişi bireylerde), beslenme şekli, besin varlığı ve mevsim gibi birçok faktör nedeniyle meydana gelebilir. Çünkü bu faktörler metabolik tepkinin farklı şekillenmesini belirler (Silva-Castiglioni vd., 2007).

Eğirdir Gölü’nden gerçekleştirilen bu çalışma ile farklı yaş ve mevsimlerde kerevitlerde yapılan besin bileşenleri ve yağ asitleri analizleri sonucunda elde edilen bu veriler ile canlının metabolik profili hakkında ön bilgilere ulaşılacağını ve yetiştiricilik ortamında beslenen kerevitlerin besin kompozisyonu ve çeşitliliği hakkında veri tabanı oluşturulması düşünülmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Örnekleme

Eğirdir Gölü’n den (Isparta-Türkiye) Ekim 2014 ve Ocak 2015 tarihleri arasında iki mevsimi temsil edecek şekilde 2 adet örnekleme, her iki eşey ve üç boy grubuna (4,5-7,0 cm arası, 7,1-9,9 cm arası ve 10-14,7 cm) ait 160 adet tatlı su ıstakozu pinter ağları ile avlanmıştır. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Besleme Laboratuvarı’na canlı olarak getirilen örneklerin toplam ağırlıkları 0,001g duyarlı elektronik terazi, toplam boy (rostrum ucundan telsonun sonuna kadar) ve karapaks boyu (karapaksın başlangıcından

telsonun sonuna kadar) cetvel ile ölçülerek kaydedilmiştir. Tüm analiz örnekleri kuyruk kasından çalışılmıştır.

Besin Bileşenleri Analizi

Ham protein miktarı Velp UD-20 protein ön yakma ünitesi ve tam otomatik Velp UDK 142 protein distilasyon ünitesi kullanılarak Kjeldahl yöntemine (Nx6,25) (AOAC, 2000) göre; ham yağ içeriği kloroform ve metanol ile Bligh ve Dyer (1959)'ın metoduna göre; ham kül miktarı Lovell (1981)'a göre, nem analizi otomatik nem tayin cihazı (AND MX-50, Japonya) kullanılarak yapılmıştır.

Yağ Asidi Analizleri

Hasat edilip -18 °C'de muhafaza edilen örnekler soğuk zincirle Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne götürülmüştür. Örneklerden yağ çıkarma işlemi Bligh ve Dyer (1959), metil esterifikasyonu AOAC (1995) göre yapılmıştır. Elde edilen yağ üzerine 2 ml izooktan eklenmiştir. Daha sonra tüp içerisine 1,5 ml 0,5 M metanolik sodyum hidroksit eklenerek karıştırılmıştır. Sonra 100 °C'de 7 dakika ısıtılmıştır. Tüp soğuduktan sonra 2 ml boron trifluoride eklenmiş ve tekrar 100 °C'de 5 dakika ısıtılmıştır. Tüpler 30-40 °C'ye kadar soğutulduktan sonra 5 ml doymuş sodyum klorür eklenip tüpler tekrar karıştırılmıştır. Daha sonra tüp içerisindeki karışım tabaka oluşana kadar dışarıda bekletilmiştir. Üst tabaka alınarak gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Gaz kromatografisi şartları; Yağ asidi analizi bir adet alev iyonizasyon dedektörü ve silika SGE kolonu (30 mx 0,32 mm IDx0,25 µm, BP20 0,25 UM, USA) bulunan GC Clarus 500 cihazı (Perkin–Elmer, USA) kullanılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile önce 220 °C'ye sonra 280 °C'ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakikada 140 °C'de tutulmuştur. Sonrasında her dakika 4 °C arttırılarak 200 °C' ye kadar, 200 °C' den 220 °C'ye de her dakika 1°C arttırılarak getirilmiştir. Numune ölçüsü 1 µl ve taşıyıcı gaz (Helyum) da 16 ps'de kontrol edilmiştir. Split 1:50 oranında kullanılmıştır. Yağ asitleri, standart 37 bileşenden oluşan yağ asidi metil esterleri (FAME) karışımının geliş zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılarak tanımlanmıştır. GC analiz sonuçları % olarak ifade edilmiştir.

İstatistik Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunun önemli çıktığı durumda basit etkilere bakılmıştır. Faktörlerin seviye ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır. Varyans analizinde; mevsim faktörünün 2 seviyesi (sonbahar, kış), eşey faktörünün 2 seviyesi (erkek, dişi) ve boy faktörünün 3 seviyesi (4,5-7,0cm, 7,1-9,9cm 10-14,7cm,) mevcuttur.

BULGULAR

Biyokimyasal Analiz Sonuçları

Ham protein ortalamaları üzerinde eşey ve boyun birlikte etkileri tespit edilmiştir. Ham protein bakımından eşeye bağlı olarak boy grupları değerlendirildiğinde, dişilerde her üç boy grubu da istatistiksel olarak benzerdir ($p>0,05$). Erkek bireylerde 7,1-9,9 cm arası bireyler, 10-14,7 cm bireyler ile benzer ($p>0,05$), her iki boy grubu da 4,5-7,0 cm arası bireylerden farklıdır ($p<0,05$). Boy gruplarına bağlı olarak eşeyler

değerlendirildiğinde ise 7,1-9,9 cm arası ve 4,5-7,0 cm arası bireylerin eşeyleri arasındaki fark önemlidir ($p<0,01$). 10-14,7 cm arası bireylerde erkek ve dişiler arasında istatistiksel bir fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Ham protein eşey/boy interaksiyonları (%)

Ham protein (%)		
Boy grupları (cm)	Dişi (♀)	Erkek (♂)
4,5-7,0	15,36 ± 0,33 ^{Ab}	16,00 ± 0,48 ^{Aa}
7,1-9,9	15,58 ± 0,22 ^{Aa}	14,51 ± 0,19 ^{Bb}
10-14,7	15,10 ± 0,26 ^{Aa}	15,01 ± 0,23 ^{Ba}

*Aynı sütundaki büyük harfler eşeye bağlı boy grupları arasındaki farkı, aynı satırdaki küçük harfler boy grubuna bağlı eşeyler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Ham protein ve ham kül analiz sonuçlarına göre mevsim seviye ortalamaları (Tablo 2) arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Buna ek olarak ham kül ortalamaları bakımından eşeyler arasında oluşan farklılıkta (Tablo 3) istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Tablo 2. Tatlısu ıstakozlarının kasında farklı boy gruplarında dişi ve erkek kerevitlerin ham protein ve ham kül oranlarının mevsime bağlı değişimi (%)

		Boy grupları (cm)	Sonbahar	Kış
Ham protein (%)	Dişi (♀)	4,5-7,0	15,94 ± 0,12	14,78 ± 0,43
		7,1-9,9	15,82 ± 0,20	15,34 ± 0,38
		10-14,7	15,07 ± 0,48	15,13 ± 0,33
	Erkek (♂)	4,5-7,0	16,68 ± 0,21	15,32 ± 0,82
		7,1-9,9	14,56 ± 0,38	14,46 ± 0,15
		10-14,7	15,14 ± 0,40	14,88 ± 0,30
Toplam			15,53 ± 0,20 ^a	14,99 ± 0,17 ^b
Ham kül (%)	Dişi (♀)	4,5-7,0	1,69 ± 0,02	1,29 ± 0,04
		7,1-9,9	1,49 ± 0,02	1,24 ± 0,04
		10-14,7	1,67 ± 0,11	1,15 ± 0,11
	Erkek (♂)	4,5-7,0	1,79 ± 0,15	1,29 ± 0,06
		7,1-9,9	1,82 ± 0,22	1,32 ± 0,05
		10-14,7	1,84 ± 0,17	1,26 ± 0,07
Toplam			1,72 ± 0,06 ^a	1,26 ± 0,03 ^b

*Harfler mevsim ortalamaları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Tablo 3. Tatlı su istakozlarının kasında ham kül oranlarının eşeye bağlı değişimi (%)

Ham kül (%)	
Dişi (♀)	Erkek (♂)
1,42±0,06 ^b	1,55±0,08 ^a

*Harfler eşey ortalamaları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Ham yağ bakımından elde edilen verilerde mevsim/eşey/boy grubu arasındaki üçlü interaksiyon ve tüm ikili interaksiyonların istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Ham yağ açısından boy, eşey ve mevsim seviye ortalamaları arasında önemli bir fark yoktur ($p>0,05$). Ham yağ ortalama değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Tatlı su istakozlarının kasında ham yağ ortalama değerleri (%)

	Boy grupları (cm)	Sonbahar	Kış	
Ham yağ (%)	Dişi (♀)	4,5-7,0	0,89±0,07	0,88±0,03
		7,1-9,9	1,31±0,34	0,73±0,03
		10-14,7	0,89±0,12	0,90±0,06
	Erkek (♂)	4,5-7,0	0,87±0,11	0,82±0,03
		7,1-9,9	0,75±0,12	0,73±0,04
		10-14,7	0,78±0,04	0,89±0,00

Nem ortalamaları üzerinde mevsim/boy ikili interaksiyonu tespit edilmiştir. Nem açısından veriler değerlendirildiğinde; sonbahar mevsiminde her üç boy grubu arasında gözlenen farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Kış mevsiminde 7,1-9,9 cm arası boy grubu ile 10-14,7 cm arası boy grubu birbirine benzer ($p<0,05$), her iki boy grubu da 4,5-7,00 cm arası boy grubundan farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Her boy grubu için sonbahar ve kış mevsimi arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$) (Tablo 5).

Tablo 5. Tatlı su istakozlarının kasında nem oranlarının mevsim/boy interaksiyonu (%)

Boy grupları (cm)	Nem (%)	
	Sonbahar	Kış
4,5-7,0	78,56±0,59 ^{Cb}	81,63±0,30 ^{Ba}
7,1-9,9	81,53±0,37 ^{Ab}	82,40±0,33 ^{Aa}
10-14,7	80,61±0,39 ^{Bb}	82,49±0,37 ^{Aa}

*Aynı sütundaki büyük harfler mevsime bağlı boy grupları arasındaki farkı, aynı satırdaki küçük harfler boy grubuna bağlı olarak mevsimler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Yağ Asidi Profili

Çalışmamızda, 9 adet doymuş yağ asidi, 8 adet tekli doymamış yağ asidi, 7 adet çoklu doymamış yağ asidi toplamda ise 24 adet yağ asidi tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden palmitik asit ve stearik asit, tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit öne

çıkan yağ asidi gruplarıdır. Çalışmamızda, doymuş ve tekli doymamış yağ asidi grupları toplam düzeyde (Σ SFA ve Σ MUFA) değerlendirilirken çoklu doymamış yağ asitleri detaylandırılarak yorumlanmıştır.

Linoleik asit C18:2 n6 (LA) ve toplam MUFA için elde edilen veriler ile yapılan analiz sonucunda mevsim/eşey/boy grubu üçlü etkileşimini istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 6). Sonbahar ve kış mevsiminde hem dişi hem de erkek bireylerin kas dokusundaki linoleik asit oranları, boy grupları arasında istatistiksel bakımdan önemli düzeyde farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Sonbahar mevsiminde boy gruplarında dişi ve erkek bireyler arasında gözlenen farklılık önemlidir ($p<0,05$). Kış mevsiminde ise hiçbir boy grubunda eşeyler arası farklılık önemli düzeyde değildir ($p>0,05$). Hem erkek hem de dişi bireylerin tüm boy gruplarında linoleik asit oranları bakımından mevsimler arası önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir ($p<0,05$) (Tablo 6).

Toplam MUFA bakımından incelendiğinde; sonbahar mevsiminde dişi bireylerin kas dokusundaki toplam MUFA oranları, boy grupları arasında istatistiksel bakımdan önemli düzeyde ($p<0,05$) farklı iken, erkek bireylerdeki farklılık önemli düzeyde bulunmamıştır ($p>0,05$). Kış mevsiminde ise hem dişi hem de erkek bireylerin kas dokusundaki toplam MUFA oranları açısından boy grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$). Sonbahar mevsiminde sadece 10-14,7 cm arası eşeylerde gözlenen toplam MUFA oranları istatistiksel bakımdan farklıdır ($p<0,05$). Kış mevsiminde ise tüm boy gruplarındaki eşeyler arasındaki toplam MUFA oranları istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Dişi bireylerde toplam MUFA oranları bakımından 10-14,7 cm arası grupta sonbahar ve kış mevsimi arasındaki fark önemliyken ($p<0,05$), 4,5-7,0 cm ve 7,1-9,9 cm arası bireylerde ise farklılık önemsizdir ($p>0,05$). Erkek bireylerde ise, 7,1-9,9 cm ve 10-14,7 cm arası bireylerde sonbahar ve kış mevsimi arasındaki fark önemli ($p<0,05$), 4,5-7,0 cm arası bireylerde ise fark önemsizdir ($p>0,05$).

Tablo 6. Tatlı su istakozlarının kasında LA ve toplam MUFA oranlarının mevsim/eşey/boy faktörlerine göre değişimi (%)

	Eşey	Boy grupları (cm)	Sonbahar	Kış
C18:2 n6 (LA)	Dişi (♀)	4,5-7,0	^a 3,57±0,28 ^{Bb}	^b 3,47±0,13 ^{Aa}
		7,1-9,9	^a 4,08±0,01 ^{Aa}	^b 3,33±0,08 ^{Ba}
		10-14,7	^a 3,04±0,10 ^{Ca}	^b 2,47±0,09 ^{Ca}
	Erkek (♂)	4,5-7,0	^a 4,25±0,13 ^{Aa}	^b 3,44±0,11 ^{Aa}
		7,1-9,9	^a 3,65±0,24 ^{Bb}	^b 3,18±0,01 ^{Ba}
		10-14,7	^a 2,63±0,07 ^{Cb}	^b 2,46±0,07 ^{Ca}
Toplam MUFA	Dişi (♀)	4,5-7,0	^a 19,47±0,41 ^{Ba}	^a 19,15±0,43 ^{Aa}
		7,1-9,9	^a 17,99±0,19 ^{Ca}	^a 18,44±0,17 ^{Aa}
		10-14,7	^a 21,24±0,26 ^{Aa}	^b 18,02±0,14 ^{Aa}
	Erkek (♂)	4,5-7,0	^a 18,34±0,44 ^{Aa}	^a 17,07±0,42 ^{Ab}
		7,1-9,9	^a 18,35±0,19 ^{Aa}	^b 16,99±0,52 ^{Ab}
		10-14,7	^a 18,67±0,29 ^{Ab}	^b 16,33±0,49 ^{Ab}

*Aynı sütündeki büyük harfler aynı mevsim ve aynı eşeyde boylar arası farkı, aynı sütunda bulunan sağdaki küçük harfler aynı mevsim ve aynı boyda, eşey ortalamaları arasındaki farkı, aynı satırda bulunan soldaki küçük harfler aynı eşeyde ve aynı boyda mevsim ortalamaları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Linolenik asit C18:3 n3 (ALA), eikosapentaenoik asit C20:5 n3 (EPA), toplam SFA, toplam PUFA, toplam HUFA, toplam yağ asidi ve toplam Omega-3 bakımından elde

edilen veriler yorumlandığında eşey/boy ikili interaksiyonunun istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Tablo 7).

Tablo 7. Tatlı su istakozlarının kasında eşey/boy ikili interaksiyonunda önemli düzeyde farklılık gösteren yağ asiti grupları (%)

Yağ asitleri	Boy grupları (cm)	Dişi (♀)	Erkek (♂)
C18:3 n3 (α -LNA)	4,5-7,0	0,97±0,09 ^{Aa}	0,90±0,09 ^{Ab}
	7,1-9,9	1,00±0,07 ^{Aa}	0,92±0,10 ^{Ab}
	10-14,7	0,76±0,05 ^{Ba}	0,53±0,04 ^{Bb}
C20:5 n3 (EPA)	4,5-7,0	10,67±0,49 ^{Ba}	11,33±0,52 ^{Ba}
	7,1-9,9	11,09±0,60 ^{Ba}	11,52±0,55 ^{Ba}
	10-14,7	13,55±0,42 ^{Aa}	12,60±0,35 ^{Ab}
Toplam SFA	4,5-7,0	22,57±1,79 ^{Aa}	21,79±1,71 ^{Aa}
	7,1-9,9	19,82±0,92 ^{Ba}	19,92±1,16 ^{Ba}
	10-14,7	18,70±0,95 ^{Bb}	20,31±0,94 ^{Ba}
Toplam PUFA	4,5-7,0	31,19±1,02 ^{Ba}	32,96±0,97 ^{Aa}
	7,1-9,9	32,34±0,89 ^{ABa}	33,20±1,12 ^{Aa}
	10-14,7	33,24±0,98 ^{Aa}	32,48±0,95 ^{Aa}
Toplam HUFA	4,5-7,0	26,64±1,08 ^{Bb}	28,17±1,22 ^{Aa}
	7,1-9,9	27,59±1,11 ^{Ba}	28,78±1,32 ^{Aa}
	10-14,7	29,69±1,14 ^{Aa}	29,37±1,01 ^{Aa}
Toplam yağ asidi	4,5-7,0	73,55±0,97 ^{Aa}	72,94±1,09 ^{Aa}
	7,1-9,9	70,93±0,24 ^{Ba}	71,31±0,37 ^{ABa}
	10-14,7	72,10±0,77 ^{ABa}	70,76±0,59 ^{Ba}
Toplam omega-3 (n3)	4,5-7,0	17,05±0,31 ^{Ba}	17,70±0,22 ^{Aa}
	7,1-9,9	16,65±0,71 ^{Ba}	17,20±0,54 ^{Aa}
	10-14,7	18,66±0,48 ^{Aa}	17,71±0,55 ^{Aa}

*Aynı sütündeki büyük harfler eşeye bağlı boy grupları arasındaki farkı, aynı satırdaki küçük harfler boy gruplarına bağlı eşeyler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Ayrıca EPA, toplam PUFA ve toplam HUFA gruplarında ikili interaksiyonun (eşey/boy) yanı sıra mevsimsel farklılıkta önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 8).

Tablo 8. Tatlı su istakozlarının kasında EPA, toplam PUFA ve HUFA oranlarının mevsime göre değişimi (%)

Yağ asitleri	Sonbahar	Kış
C20:5 n3 EPA	10,79 ± 0,30 ^b	12,79 ± 0,22 ^a
Toplam PUFA	30,48 ± 0,24 ^b	34,65 ± 0,26 ^a
Toplam HUFA	25,90±0,30 ^b	30,8±0,31 ^a

*Harfler mevsim ortalamaları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Linolenik asit, araşidonik asit C20:4 n6 (ARA), dokosahekzaenoik asit C22:6 n3 (DHA), toplam yağ asidi, toplam Omega-3(n3), toplam Omega-6 (n6), n3/n6, toplam SFA bakımından elde edilen veriler ile yapılan analizler sonucunda mevsim/boy ikili interaksiyonunun istatistiki olarak önemli olduğu anlaşılmaktadır ($p<0,05$) (Tablo 9).

Tablo 9. Tatlı su ıstakozlarının kasında mevsim/boy ikili interaksiyonunda önemli düzeyde farklılık gösteren yağ asidi grupları (%)

Yağ asitleri	Boy grupları (cm)	Sonbahar	Kış
C18:3 n3 (α-LNA)	4,5-7,0	1,11±0,05 ^{Ba}	0,76±0,03 ^{Ab}
	7,1-9,9	1,14±0,02 ^{Aa}	0,78±0,04 ^{Ab}
	10-14,7	0,73±0,06 ^{Ca}	0,56±0,05 ^{Bb}
C20:4 n6 (ARA)	4,5-7,0	9,09±0,19 ^{Ba}	12,83±0,36 ^{Ab}
	7,1-9,9	11,02±0,16 ^{Aa}	13,42±0,34 ^{Ab}
	10-14,7	10,72±0,35 ^{Aa}	13,25±0,12 ^{Ab}
C22:6 n3 (DHA)	4,5-7,0	5,92±0,20 ^{Aa}	4,98±0,09 ^{Ab}
	7,1-9,9	4,43±0,11 ^{Ba}	4,90±0,08 ^{Aa}
	10-14,7	4,15±0,14 ^{Bb}	4,79±0,17 ^{Aa}
Toplam yağ asidi	4,5-7,0	75,44±0,27 ^{Aa}	71,05±0,41 ^{Ab}
	7,1-9,9	71,47±0,35 ^{Ba}	70,76±0,18 ^{Aa}
	10-14,7	72,81±0,49 ^{Ba}	70,05±0,39 ^{Ab}
Toplam omega-3 (n3)	4,5-7,0	16,96±0,23 ^{ABa}	17,80±0,26 ^{Aa}
	7,1-9,9	15,67±0,37 ^{Bb}	18,18±0,25 ^{Aa}
	10-14,7	17,21±0,45 ^{Ab}	19,16±0,20 ^{Aa}
Toplam omega-6 (n6)	4,5-7,0	13,01±0,27 ^{Bb}	16,29±0,38 ^{Aa}
	7,1-9,9	14,89±0,18 ^{Ab}	16,67±0,32 ^{Aa}
	10-14,7	13,56±0,29 ^{Bb}	15,71±0,16 ^{Aa}
n3/n6 oranı	4,5-7,0	1,31±0,02 ^{Aa}	1,09±0,01 ^{Ab}
	7,1-9,9	1,05±0,03 ^{Ba}	1,09±0,03 ^{Aa}
	10-14,7	1,27±0,05 ^{Aa}	1,22±0,01 ^{Aa}
Toplam SFA (%)	4,5-7,0	26,07±0,27 ^{Aa}	18,28±0,23 ^{Ab}
	7,1-9,9	22,14±0,32 ^{Ba}	17,61±0,17 ^{Ab}
	10-14,7	21,53±0,47 ^{Ba}	17,48±0,43 ^{Ab}

*Aynı sütündeki büyük harfler mevsime bağlı boy grupları arasındaki farkı, aynı satırdaki küçük harfler boy gruplarına bağlı mevsimler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

Ayrıca ARA ve Toplam Omega-6 gruplarında ikili interaksiyonun (mevsim/boy) yanı sıra eşeyler arasındaki farklılıkta (Tablo 10) önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 10. Araşidonik asit ve toplam Omega-6 eşey tablosu (%)

Yağ asitleri	Dişi (♀)	Erkek (♂)
C20:4 n6 (ARA)	11,43 ± 0,38 ^b	12,02 ± 0,42 ^a
Toplam omega-6 (n6)	14,76 ± 0,35 ^b	15,28 ± 0,36 ^a

*Harfler eşey ortalamaları arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Sonuçlarımıza göre tatlı su ıstakozu kas dokusundaki sonbahar ve kış mevsiminde ham protein oranları verileri sırasıyla % 15,53 ile % 14,99 arasında değişmekte olup, tüm eşey ve boy gruplarında sonbahar mevsiminde kış mevsime oranla daha yüksek protein miktarı tespit edilmiştir. Ham protein 4,5-7,0 cm arası boy grubu hariç diğer boy gruplarında dişi bireylerde erkek bireylerden daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Dişi bireylerin, erkek tatlı su ıstakozlarından daha fazla oranda protein içermesi gonad gelişimi için daha fazla proteine ihtiyaç duyulmasından kaynaklanabilir (Berber vd., 2014). Mevcut çalışma

sonucunda, boy ve eşeyin birlikte protein oranları üzerine etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bunun aksine Bilgin vd. (2008), *A. leptodactylus* kuyruk kasında eşey ve boylar arası protein oranları açısından fark tespit etmemişlerdir. Bununla birlikte, aynı türde çalışmamıza benzer ham protein oranları Bilgin vd. (2008)'de erkeklerde % 15,77-16,85 ve dişilerde % 16,13-17,65, Harlıoğlu vd. (2012)'de Keban Baraj Gölü'ndeki bireylerde %14,61 ve kültür ortamında %12,88, Öksüz ve Mazlum (2016)' da Eğirdir Gölü'nden temin ettiği bireylerde %15,41 olarak bildirmişlerdir.

Ham kül sonuçları değerlendirildiğinde, sonbahar (% 1,72) ve kış mevsimi (% 1,26) arasında ve dişi bireyler (% 1,42) ile erkek bireyler (% 1,55) arasında gözlenen fark önemlidir. Benzer olarak, *A. leptodactylus* türü ham kül oranlarını çalışan araştırmacılar; Harlıoğlu vd. (2012) % 1,39 olarak, Berber vd. (2014) ise iki ayda bir aldığı örneklemede erkek bireylerde kül oranını % 0,91-1,59 arasında ve dişi bireylerde ise % 1,03-%1,74 arasında değiştiğini ve erkek bireylerde kasım ve haziran ayları arası farklılık tespit ederken, dişilerde aylar arası farklılık tespit edememiştir. Bilgin vd. (2008), erkek bireylerdeki kül oranını %1,23-1,34 ve dişi bireylerdeki %1,15-1,45 olarak, çalışmamızın aksine boy grupları arasında farklılıklar belirlerken, çalışmamızla benzer olarak sadece 12-13,9cm bireylerde eşeyler arası farklılık tespit etmişlerdir. Çalışmamızın aksine, İnanlı ve Çoban (2007), erkek bireylerde ham kül oranını % 1,01-1,51 ve dişi bireylerde % 1,01-1,46 olarak bulurken erkek ve dişi bireyler arasında farklılık tespit etmemiştir; Bizim çalışmamızda farklılık görülmesi örnekleme mevsimsel almamızdan kaynaklanabilir.

Ham yağ bakımından analiz sonuçlarına göre interaksiyonlar açısından önemli bir fark gözlenmemiştir. Ham yağ oranları dişilerde ortalama % 0,89-1,31 arasında ve erkek bireylerde ise % 0,75 ile 1,09 arasında değişmiştir. Çalışma bulgularımıza benzer olarak Kobayashi vd. (2015), *C. quadricarinatus* türünde dişi ve erkek bireyler arasında ham yağ açısından farklılık tespit etmemişlerdir. Ham yağ oranını dişi bireylerde % 1,28 ve erkek bireylerde % 1,25 olarak bildirmişlerdir. Benzer şekilde Buckup vd. (2008), *Parastacus defossus* türünde ham yağ oranlarında mevsime bağlı gözlenen farklılığı önemsiz bulmuşlardır. Bununla birlikte, Berber vd., (2014) de yağ oranları bakımından farklılığı sadece yaz mevsiminde belirlemiştir. *A.leptodactylus* türünde ham yağ oranları bakımından farklı bildirişler göze çarpmaktadır; İnanlı ve Çoban (2007), dişilerde % 0,45 ve erkeklerde % 0,47 olarak; Harlıoğlu vd. (2012) olarak; % 0,57; Çoban vd. (2012), % 1,52 olarak; Bilgin vd. (2008) en yüksek yağ oranını erkeklerde % 1,91 ve en düşük ham yağ oranını dişilerde % 1,09 olarak; Duman vd. (2012), % 2,97; Öksüz ve Mazlum (2016), %1,25 olarak bildirmişlerdir. Sonuçlarımızla da kıyasladığımızda bu farklılıkların çevresel faktörler, yaş (boy) ve besin içeriğinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Nem oranları sonuçlarına göre mevsim ve boyun birlikte nem oranları üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. Nem seviyesinde, boy grupları arasında önemli farklılıklar ve kış mevsiminde artışlar belirlenmiştir. Benzer olarak, Armitage ve Wall (1982), açlık periyodunda dokularda meydana gelen fizyolojik değişikliklere cevap olarak, nem seviyesinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdaki nem oranlarına (%78,56-82,49) benzer olarak, *A.leptodactylus* türünde İnanlı ve Çoban (2007), erkeklerde % 79,57-80,71 ve dişilerde %79,07-80,72, Öksüz ve Mazlum (2016) Eğirdir Gölü'ndeki bireylerde % 81,76, Harlıoğlu vd. (2012)'de Keban Baraj Gölü'nde %78,19, kültür ortamında %81,77 ve Bilgin vd. (2008) erkeklerde % 78,25-79,37 dişilerde % 79,36-80,75 olarak belirlerken çalışmamızla benzer olarak eşeyler arası farklılık tespit etmemişlerdir.

Toplam SFA seviyeleri değerlendirildiğinde, eşey/boy ve mevsim/boy faktörlerinin birbirine bağımlı olarak değiştiği, en düşük SFA değeri % 17,48 kış mevsiminde, en yüksek ise %26,07 sonbahar mevsiminde belirlenmiştir. Araştırmacıların doğadan avladığı *A. leptodactylus*' da bildirdikleri SFA oranları, Harlıoğlu vd. (2012) %25,56, Öksüz ve Mazlum (2016), %21,32 belirlenmiştir. Muhtemelen farklılıklar yaşama ortamı, mevsimsel besin çeşitliliği ve besin içeriğiyle ilgilidir (Wickins ve Lee, 2002; Barrento vd. 2009).

Toplam MUFA sonuçları değerlendirildiğinde, mevsim/eşey/boy üçlü interaksyonu önemli bulunmuştur. Çalışmamızdaki MUFA oranlarının (%16,33-21,24) aksine, Öksüz ve Mazlum (2016)' da Eğirdir Gölü'ndeki bireylerde MUFA oranını (%24,60) Harlıoğlu vd. (2012), Keban Baraj Gölü' deki bireylerde (%28,17) ve kültüre edilenlerde (% 40,97) çalışmamıza göre yüksek tespit etmişlerdir. Harlıoğlu vd. (2012)'de kültür koşullarındaki yüksek MUFA içeriği kullanılan yemdeki tekli doymamış yağ asitlerinden oleik asit oranının yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) seviyeleri, eşey/boy ve mevsim faktörlerine göre değişmektedir. Harlıoğlu vd. (2012) ve Öksüz ve Mazlum (2016)' da *A. leptodactylus*'ta tespit ettikleri toplam PUFA oranları çalışmamıza göre oldukça yüksektir. Bulgularımız incelendiğinde aynı boy grubundaki eşeyler arasında PUFA seviyesindeki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Ancak Berber vd. (2014), *A. leptodactylus*'ta PUFA oranının dişi bireylerde erkek bireylerden daha fazla olduğunu ve bunu dişilerin gonad gelişimi için erkeklerden daha fazla PUFA'ya ihtiyaçları olduğu şeklinde yorumlamışlardır.

Çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (LA) sonuçları göre mevsim/eşey/boy üçlü interaksyonları önemli bulunmuştur. Buna göre sonbahar ve kış mevsiminde hem erkek hem dişi bireylerde boy grupları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Çalışmamızın aksine *O. limosus*'ta Stanek vd. (2011) boy grupları arasında farklılık tespit etmemişlerdir. Stanek vd. (2013) ise dişi bireylerde boy grupları arasındaki farklılığın önemli, erkek bireylerde ise önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Her iki çalışmada da belirlenen LA oranları bizim çalışmamızdan yüksektir. Ancak Harlıoğlu vd. (2012) ve Öksüz ve Mazlum (2016)'nin *A. leptodactylus*'ta belirlediği LA oranları bizim bulgularımıza oldukça benzerdir. Diğer yandan bulgularımıza bakıldığında sonbaharda aynı boy grubundaki eşeyler arasında gözlediğimiz farklılık önemliyken, kış mevsiminde önemli değildir. Sonuçlarımızın aksine Stanek vd. (2013), *O. limosus*'ta; Bilgin vd. (2008), *A. leptodactylus*'ta eşeyler arasında LA bakımından farklılığın önemsiz olduğunu belirlemişlerdir.

Çoklu doymamış yağ asitlerinden linolenik asit (α -LNA), varyans analizi bulgularımıza göre eşey/boy ve mevsim/boy ikili interaksyonların önemli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda α -LNA bakımından aynı mevsim ve aynı eşeyde boy grupları arasında gözlenen farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmamızın aksine *O. limosus*'ta Stanek vd. (2011) boy grupları arasında farklılık tespit etmemişlerdir. Ancak bulgularımıza benzer olarak Stanek vd. (2013) ise erkek ve dişi bireylerde boy grupları arasındaki farklılığın önemli; Bilgin vd. (2008) ise *A. leptodactylus* türünde boy grupları arasındaki farklılığın anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda aynı boy grubundaki eşeyler arasında da α -LNA bakımından farklılık tespit edilmiştir. Benzer olarak Stanek vd. (2013), *O. limosus*'ta eşeyler arası farklılığın önemli olduğunu ancak Bilgin vd. (2008) ise *A. leptodactylus*'ta α -LNA açısından eşeyler arası farklılığın anlamlı olmadığını bildirmişlerdir.

Araşidonik asit (ARA), mevsim/boy ikili interaksyonu ve eşeyssel farklılık önemli bulunmuştur. Çalışmamızda ARA bakımından sonbahar mevsiminde boy grupları arasında farklılık önemli bulunmuş ancak kış mevsiminde boy grupları arası farklılık önemsizdir. Bulgularımıza benzer olarak Stanek vd. (2013) *O. limosus* türü tatlı su istakozlarında hem erkek hem de dişi bireylerde boy grupları arası gözlenen farklılığı önemli bulmuşlarken, Stanek vd. (2010) aynı tür tatlı su istakozlarında boy grupları arasındaki farklılığın önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Sonuçlarımıza bakıldığında ARA oranının eşeyler arasında istatistiki olarak önemli derecede farklı olduğu anlaşılmaktadır. Ancak Stanek vd. (2013) bizim çalışmamızın aksine *O. limosus*'larda eşeyler arasında farklılık tespit etmemişlerdir.

Çoklu doyamamış yağ asitlerinden eikosapentaenoik asit, varyans analizi bulgularımıza bakıldığında eşey/boy ikili interaksyonu ve mevsimler arası farklılık önemli bulunmuştur. Buna göre hem dişi hem de erkek bireylerde boy grupları arasında farklılık önemlidir. Bulgularımızın aksine Stanek vd. (2011; 2013) her iki çalışmalarında da *O. limosus* türünde boy grupları arasında EPA bakımından farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Sonuçlarımıza bakıldığında EPA oranının eşeyler arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğu anlaşılmaktadır. Ancak Stanek vd. (2013) bizim çalışmamızın aksine *O. limosus*'larda eşeyler arasında farklılık tespit etmemişlerdir. Çalışmamıza benzer olarak Berber vd. (2014)' de EPA değerlerinde aylar arası farklılık tespit etmiştir. Bu türde yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında, Harlıoğlu vd. (2012); Berber vd. (2014); Öksüz ve Mazlum (2016) EPA değerlerimiz oldukça düşük görülmektedir.

Çoklu doyamamış yağ asitlerinden dokosaheksaenoik asit, analiz bulgularımıza bakıldığında mevsim/boy ikili interaksyonu önemli bulunmuştur. Çalışmamızda sonbahar mevsiminde boy grupları arası DHA bakımından farklılık önemli, ancak kış mevsiminde boy grupları arasındaki farklılık önemsiz belirlenmiştir. Stanek vd. (2011), *O. limosus*'ta; Bilgin vd. (2008), *A. leptodactylus*'ta çalışmamızın aksine boy grupları arasında anlamlı bir farklılık tespit etmemişlerdir. Stanek vd. (2013), ise *O. limosus*'ta dişi bireylerde boy grupları arası farklılık bulamamışlarken, çalışmamıza benzer olarak DHA oranının erkek bireylerde boy grubuna bağlı önemli düzeyde değiştiğini belirlemişlerdir. Bu türde yapılan diğer çalışmalarla kıyaslandığında, Harlıoğlu vd. (2012); Öksüz ve Mazlum (2016)' daki DHA değerlerinden bir miktar düşük, Berber vd. (2014)' deki değerler ile benzer görülmektedir.

Omega-3 serisi yağ asitleri (özellikle EPA ve DHA) genellikle denizel canlılar için esansiyel besinlerdir (Walkowiak, 1979). Bu yağ asitleri tuzluluk değişimlerine toleransı ve yaşama oranını artırmaktadır. Hücre zarı geçirgenliğini modifiye ederek osmoregülasyon metabolizmasında hayati rol oynarlar (Maazouzi vd., 2007). Birçok çalışmada n3 ve n6 serisi yağ asitleri seviyesinin sadece diyetin çeşidi ve kompozisyonuna bağlı olduğu vurgulanmıştır. Çünkü yağ asitleri yalnızca bitkiler tarafından sentezlenebilir (Stanek vd., 2010). Steffens ve Wirth (2005), n3/n6 oranının tatlı su balıklarında 0,5-3,8 arasında değiştiğini, n3/n6 oranı arttıkça n3 serisi yağ asitleri seviyesinin arttığını bununda insan sağlığı açısından önemli olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda tespit ettiğimiz n3/n6 oranları yukarıda belirtilen aralık içerisinde. Analizi bulgularımıza bakıldığında, n3/n6 oranı mevsim/boy ikili interaksyonu önemli bulunmuştur. Çalışmamızda sonbahar mevsiminde boy grupları arası n3/n6 oranı bakımından farklılık önemli, ancak kış mevsiminde boy grupları arasındaki farklılık önemsiz belirlenmiştir. Stanek vd. (2011), *Orconectes limosus*'ta boy grupları arasındaki farklılığı çalışmamıza benzer olarak önemli

bulurken, Stanek vd. (2013) aynı türde boy grupları arasında anlamlı bir farklılık bildirmemişlerdir.

Sonuç olarak, *A. leptodactylus*'un kuyruk kasının önemli bir protein ve ω -3 yağ asidi kaynağı olduğu belirlenmiştir. Önemli yağ asitlerinden LA seviyesinin mevsim, eşey ve boy etkileşimine bağlı olarak değiştiği, PUFA ve EPA'nın özellikle mevsimsel farklılık gösterdiği, α -LNA'nın boylar ve mevsimler arasında, DHA'nın ise özellikle mevsimler arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen bu verilerden söylenebilir ki, *A. leptodactylus*'un yetiştiriciliğinde et kalitesi açısından diyetlerinde yüksek PUFA'lar içermesi gerektiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Ackefors, H., & Lindqvist, O.V. (1994). Cultivation of freshwater of crayfishes in Europe, in: freshwater crayfish aquaculture in North America, Europe and Australia, families Astacidae, Cambaridae and Parastacidae, (Eds., J.V, Huner) Haworth, Binghamton. 157-216, Newyork.
- Ackefors, H. (1997). Preliminary results on the fatty acid composition of freshwater crayfish, *Astacus astacus* and *Pacifastacus leniusculus*, held in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society*, 28(1), 97-105.
- AOAC. (1995). Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. official methods, 985.14. Gaithersburg, MD.
- AOAC. (2000). AOAC Official Method 940.25 Nitrogen (Total) in seafood. First action 1940, official methods of analysis of AOAC International 17th Edition.
- Armitage, K.B., & Wall, T.J. (1982). The effect of body size, starvation and temperature acclimation on oxygen consumption of the crayfish *Orconectes nails*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 44, 431-456.
- Barrento, S., Marques, A., Teixeira, B., Vaz-Pires, P., & Nunes, M.L. (2009). Nutritional quality of edible tissues of European lobster *Homarus gammarus* and American Lobster *Homarus americanus*. *Journal Agric. Food Chem.* 57, 3645-3652.
- Berber, S., Türel, & S., Yılmaz, S. (2014). The chemical composition of the crayfish (*Astacus leptodactylus*) in pond Yenice. The 5th international symposium on sustainable development. 15-18 May, 75-86, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.
- Bilgin, Ş., İzci, L., Günlü, A., Bolat, Y., & Diler, A. (2008). Eğirdir Gölü'ndeki tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch, 1823)'nun boy grubu ve eşeye göre bazı besin bileşenlerinin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 1(2), 63-68.
- Bligh, E.G., & Dyer, W.J. (1959). A Rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. Journal of Biochem. and Physiology*, 37, 911p.
- Buckup, L., Dutra, B.K., Ribarcki, F.P., Fernandes, F.A., Noro, C.K., Oliveira, G.T., & Vinagre, A.S. (2008). Seasonal variations in the biochemical composition of the crayfish *Parastacus defossus* (Crustacea, Decapoda) in its natural environment. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 149, 59-67.
- Bhavan, P.S., Radhakrishnan, S., Seenivasan, C., Shanthi, R., Poongodi, R., & Kannan, S. (2010). Proximate composition and profiles of amino acids and fatty acids in the muscle of adult males and females of commercially viable prawn species *Macrobrachium rosenbergii* collected from natural culture environments. *International Journal of Biology*, 2(2), 107-119.
- Çoban, Ö.E., Yüksel, F., & Demiroglu, F. (2012). Sıcak tütsülen kerevit (*Astacus leptodactylus*) kuyruklarının kimyasal kompozisyon oranlarındaki değişimler. Türkiye 11. Gıda Kongresi, 10-12 Ekim, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- Duman, M., Çoban, Ö.E., & Özpolat, E. (2012). Biberiye ve kekik esansiyel yağları katkısının marine edilmiş kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Esch, 1823) Raf ömrüne etkisinin belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(5), 745-751.

- Dutra, B.K., Santos, R.B., Bueno, A.A.P., & Oliveira, G.T. (2008). Seasonal variations in the biochemical composition and lipoperoxidation of *Hyalella curvispina* (Crustacea, Amphipoda). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 151, 322-328.
- FAO. (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nation, Fisheries and Aquaculture Department. <http://www.fao.org/fishery/statistics/en>. Erişim tarihi, 09.06.2016.
- Fotadar, R. (2004). Effect of dietary protein and lipid source on the growth, survival, condition indices, and body composition of marron, *Cherax tenuimanus* (Smith). *Aquaculture*, 230, 439-455.
- Harlıoğlu, A.G., Aydın, S., & Yılmaz, Ö. (2012). Fatty acid, cholesterol and fat-soluble vitamin composition of wild and captive freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*). *Food Science and Technology International*, 18(1), 93-100.
- İnanlı, A.G., & Çoban, Ö.E. (2007). Keban Baraj Gölü Çemişgezek bölgesi'ndeki tatlı su istakozlarının (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) et verimi ve kimyasal kalitesi. Doğu anadolu bölgesi araştırmaları, 79-82.
- Kobayashi, Y., Webster, C.D., Thompson, K.R., Cummins Jr, V.C., Gannam, A.L., Twibell, R.G., Hyde, N.M., & Koch, J.F.A. (2015). Effects on growth, survival, body composition, processing traits and water quality when feeding a diet without vitamin and mineral supplements to Australian Red Claw Crayfish (*Cherax Quadricarinatus*) grown in ponds. *Aquaculture Research*, 46, 2716-2727.
- Latyshev, N.A., Kasyanov, S.P., Kharlamenko, V.I., & Svetashev, V.I. (2009). Lipids and fatty acids of edible crabs of the North-Western Pacific. *Food Chem.* 116, 657-661.
- Lovell R.T. (1981). Laboratory manuel for fish feed analysis and fish nutrition studies. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. International Center for Aquaculture. Auburn University. 65p.
- Maazouzi C., Masson G., Izquierdo M.S., & Pihan J.C. (2007). Fatty acid composition of the amphipod *dikerogammarus villosus*. Feeding strategies and trophic links. *Comparative Biochemistry and Physiology, A* 147, 868-875.
- Metts, L.S., & Thompson, K.R. (2007). Use of Alfalfa Hay, compared to feeding practical diets containing two protein levels, on growth, survival, body composition, and processing traits of Australian Red Claw Crayfish, *Cherax quadricarinatus*, grown in ponds. *Journal of The World Aquaculture Society*, 38(2), 218-230.
- Moreno-Reyes, J.E., Mendez-Ruiz, C.A., Diaz, G.X., Meruane, J.A., & Toledo, P.H. (2015). Chemical composition of the freshwater prawn *Cryphiops caementarius* (Molina, 1972) (Decapoda: Palaemonidae) in two populations in Northern Chile: Reproductive and environmental considerations. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 43(4), 745-754.
- Oliveira, G.T., Fernandes, F.A., Bond-Buckup, G., Bueno, A.A., & Silva, R.S.M. (2003). Circadian and seasonal variations in the metabolism of carbohydrates in *Aegla ligulata* (Crustacea: Anomura: Aeglidae). *Mem. Mus. Vic* 60, 59-62.
- Öksüz, A., & Mazlum, Y. (2016). Determination of proximate composition and fatty acid profiles of *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 in Turkish freshwater resources. *Crustaceana*, 89(10), 1135-1147.
- Silva-Castiglioni, D., Dutra, B.K., Oliveira, G.T., & Buckup, G.B. (2007). Seasonal variations in the intermediate metabolism of *Parastacus varicosus* (Crustacea, Decapoda, Parastacidae). *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A* 148, 204-213.
- Stanek., M., Kupcewicz, B., Dabrowski, J., & Janicki, B. (2010). Estimation of fat content and fatty acids profile in the meat of Spiny-Cheek Crayfish *Orconectes limosus* (Raf.) from the Brda River and Lake Goplo. *Journal Central European Agriculture*. 11(3), 297-304.
- Stanek, M, Borejszo, Z., Dabrowski, J., & Janicki, B. (2011). Fat and cholesterol content and fatty acid profiles in edible tissues of Spiny-Cheek Crayfish, *Orconectes limosus* (Raf.) from Lake Goplo (Poland). *Arch. Pol. Fish.* 19, 241-248.

- Stanek, M., Borejszo, Z., Dabrowski, J., & Janicki, B. (2013). Impact of sex and size range on fat, cholesterol content, and fatty acid profiles in edible tissues of Spiny-Cheek Crayfish (*Orconectes limosus* Raf.) from Lake Goplo (Poland). *Arch. Pol. Fish.*, 21, 259-270.
- Steffens, W., & Wirth, M. (2005). Freshwater fish an imported source of n-3 polyunsaturated fatty acid: A review, *Arch. Pol. Fish.*, 13, 5-16.
- Thompson, K.R., Muzinic, L.A., Engler, L.S., Morton, S.R., & Webster, C.D. (2004). Effects of feeding practical diets containing various protein levels on growth, survival, body composition, and processing traits of Australian Red Claw Crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality. *Aquaculture Research*, 35, 659-668.
- Thompson, K.R., Metts, L.S., Muzinic, L.A., Dasgupta, S., & Webster, C.D. (2006). Effects of feeding practical diets containing different protein levels, with or without fish meal, on growth, survival, body composition and processing traits of male and female Australian Red Claw Crayfish (*Cherax quadricarinatus*) grown in ponds. *Aquaculture Nutrition*, 12, 227-238.
- Walkowiak, D. (1979). Production of semi-finished canned products of crayfish, their stability, and nutritive values. Master's thesis, Agricultural University, Poznan, Poland.
- Wickins, J.F., & Lee, D.O'C. (2002). *Crustacean Farming Ranching and Culture*. Blackwell Science, Oxford 446p.
- Wolfe, D.A., Venkata Rao, P., & Cornwell, D.G. (1965). Studies on the fatty acid composition of crayfish lipids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 42(7), 633-637.
- Xu, W.N., Liu, W.B., Shen, M., Li, G.F., Wang, Y., & Zhang, W. (2013). Effect of different dietary protein and lipid levels on growth performance, body composition of juvenile red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*). *Aquacult Int*, 21, 687-697.

The Characteristics and Importance of Microalgae Culture Collections

Dilek YALÇIN DUYGU^{1*}, Abel Udo UDOH¹, Tülay ÖZER², İlkay A. ERKAYA³

¹Gazi University, Faculty of Education, Department of Biology Education, Ankara-Turkey.

²Ahi Evran University, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Kırşehir-Turkey.

³Ahi Evran University, Faculty of Architecture and Engineering, Department of Environmental Engineering, Kırşehir-Turkey.

Geliş : 09.11.2016

Kabul : 01.03.2017

Review / Derleme

*Sorumlu yazar: dilekduygu06@hotmail.com

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Abstract

Cultural collections, whether created by government or private organizations, are important to meet the needs of scientific studies, biotechnology and bioindustry. They are also regarded as an important center for biodiversity and the conservation of the natural resources of the countries. Biological Research Center (BRC) serves as depots for live resource materials, supplies, and as sources of relevant information to the public. When culture collections are planned, it is necessary to take into account culture species, quantity and the preservation method. Along with several other methods applied toward preservation, lyophilization and cryopreservation are the most widely used in micro algal collections. The necessary criteria such as memorandum of agreements (MoA), collaboration with different centers, legal and quality control procedures, required to be possessed by a culture collection, have all been defined by the World Federation of Culture Collection (WFCC). This paper therefore, reviews the positions of microalgae in ecosystem, aims the protection of microalgae as biological resources for human life and activities, the establishment of culture collections and provides a general view about the subject.

Keywords: Culture collection, microalgae, lyophilization, cryopreservation

Mikroalg Kültür Koleksiyonlarının Özellikleri ve Önemi

Özet

Kültür Koleksiyonları, ister kamu ister özel sektör tarafından yürütülmüş olsun, bilimsel çalışmalar, biyoteknoloji ve biyo-endüstrinin ihtiyaçlarının karşılanması için önem taşımaktadır. Aynı zamanda, kültür koleksiyonları biyolojik çeşitlilik ve ülkelerin doğal kaynaklarının korunması için bir merkez oluşturmaktadırlar. Biyolojik Kaynak Merkezleri (BRC) canlı kaynaklar için depolama sağlamakta, örnek temin etmekte ve kamu yararına gerekli bilgileri tedarik etmektedirler. Kültür koleksiyonları planlanırken, kültür türleri, miktarı ve koruma yönteminin göz önüne alınması gerekmektedir. Kültür korunmasına yönelik olarak pek çok metod uygulanmakla birlikte, mikroalg kültür koleksiyonlarında en yaygın uygulanan liyofilizasyon ve dondurarak saklama metodlarıdır. World Federation of Culture Collection (WFCC) tarafından, kültür koleksiyonlarının sahip olması gereken tüm kriterler, protokoller, çeşitli merkezlerle işbirliği ile yasal ve kalite kontrol prosedürleri tanımlanmıştır. Bu derleme çalışması mikroalglerin ekosistemdeki yerleri, insan yaşamı ve faaliyetleri için biyolojik kaynaklar olarak korunması ve kültür koleksiyonlarının oluşturulması ile ilgili olarak genel bir bakış sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kültür koleksiyonu, mikroagler, liyofilizasyon, kriyoprezervasyon

INTRODUCTION

Microalgae are photosynthetic microorganisms. They can convert solar energy into chemical energy through photosynthesis. Microalgae consist of prokaryotic cyanobacteria and eukaryotic algae. While some are multicellular, microalgae as a group, consist largely

of single-celled forms (Thompson, 2002; Hosikian et al., 2010). They are involved in nutrient cycling and energy conduction in aquatic systems. Around 40 % of global photosynthesis is assumed to be performed by microalgae (Falkowsky, 1980; Murdock and Wetzel, 2009) thus, becoming important in the alteration of inorganic nutrients (e.g, C, N, and P) and transformation into organic forms (Murdock and Wetzel, 2009), contributing to approximately 50 % of the total planetary primary productivity (Shelly et al., 2002). They yield more protein per unit dry-weight than the rest of the terrestrial plants. They are also the main source of some organic molecules important in human nutrition and physiology such as long chain polyunsaturated omega three fatty acids (Thompson, 2002). Presently, researchers are surveying a wide range of microalgal species for important compounds with economic value as food, cosmetics, aquaculture, pharmaceutical industries, treatment of waste water, anti-tumor and anti-bacterial compounds (Borowitzka and Borowitzka, 1988; Cohen, 1999; Smith et al., 2001; Thompson, 2002; Rasmussen et al., 2007; Hosikian et al., 2010). The aim of this review, is to bring advanced microalgal storing methods together towards preserving microalgae because of its increasing needs and also, seen as a hope in the industrial world, and its importance in scientific studies.

The Importance of Culture Collections

Resources of biological materials such as cells, genes and other living organisms with relevant matrixes, are the essential raw materials for the advancement of biotechnology, human health, research and development in the life science. It is therefore, the duty of states and industry to initiate appropriate projects to preserve and sustain biological resources in natural forms and ensure their proper usage. Live resource materials are the sources of study samples for scientific research leading to discoveries and inventions which contribute to the great achievements made in biotechnology and other bio-industries. Biological organisms are resource materials, with millions of genes and molecules available for life science and biotechnology (OECD, 2007).

The basic principle of cultural protection is to maintain healthy and livelihoods without losing the qualities of pure cultures and long-term preservation in appropriate conditions. As we take into account of the scientific and economic world, the culture collections are very important due to the fact that microorganism cultures preserved as pure, viable, kept unmutated and undamaged.

Cultural collections present their cultural materials to academic, public, private and commercial activities for the development of industrial processes, as reference strains in academic studies, for taxonomic studies and biological assays. Cultural collections are for the conservation of biodiversity to preserve national resources of a country (Stacey and Day, 2007). Different countries and institutions have established or are setting up community-supported culture collection centers for microorganisms. In this context, culture collections purpose of rendering services to countries and regions are to enforce their own research activities (WFCC, 2010). BRCs in several countries have played many roles. They preserve and provide biological resources for scientific, industrial, agricultural, environmental and medical R&D applications and also, for the conservation of biodiversity. An increasing number of test methods rely on the use of certified, stable and validated biological materials. A small but rising number of BRCs are seeking and achieving certification for the supply of such biological reference material (OECD, 2007).

From the past till present, the earth has been experiencing great extinctions in the loss of varieties of species due to one factor or the other. However, the current extinction crisis differs in and it is the direct result of human activities. As a result, it is believed that a great number of algal species would have been totally extincted or hugely reduced mostly in freshwaters due to discharges of domestic, agricultural and industrial wastes (Lugo, 1988; Maxted et al., 1997).

To counter the above or reduce its occurrence, strategic efforts are being made, either to restore or preserve biodiversities, in or ex situ. In-situ preservation of algae is to keep the variations in genetic materials at where it happens, wild or through conventional cultivation systems. To achieve the above, it is pertinent to set up standard natural reserves or parks across the globe. For ex-situ conservation, algal strains are preserved as live collections (e.g. culture collections) or as spores, cysts, DNA, etc, and under special unnatural conditions (Kirsop and DaSilva, 1988; Smith, 2001; Watanabe, 2005).

Characteristics of Culture Collections

The World Federation of Culture Collection (WFCC) had indicated that it is necessary to decide on the aim of each collection suitable with its policy, based on its identity, species of cultures and the quantity to be preserved. In addition to this, preparation of quality control and records keeping, collection catalogues, demand for the cultures, preparation of procedures to be followed and basic logistics for the movement of materials both, locally and internationally among partnership organizations, have been defined (UKNCC, 1998; Smith, 2001; Yumuşak et al., 2005). While preparing the Culture Collection's Quality Management System, preparation of Manuals and the definition of quality management system, it is necessary to identify personels to be responsible for each stage in the processes. Quality managers are in charge of controlling and overseeing of all the documents related to the quality standards of the collection works. In the application of the collection quality policies, generally three levels of documentations are normally employed. These are: Quality Manual, Laboratory Procedures Manual or Standard Operating Procedures (SOPs) and laboratory records. Quality Manuals deal mainly with policy administration and management. Laboratory Procedures Manual focuses on procedures and technical functions. Series of laboratory records are kept by the collection centers, including laboratory books. Microorganisms to be deposited at the center must fulfill the acquisition criteria of the collection documentation showing isolation data especially, the country of origin and identity or characterisation information (UKNCC, 1998; WFCC, 2010). The biological materials must be kept under environmental parameters that ensure the stability of its properties as documented (OECD, 2007).

In order to make delivery to the customers, attend to orders, customer undertaking, supply, information provided about the organisms supplied, packaging, invoicing, and refunds, constitute the important information that should be defined as to how they would be enforced and records kept (UKNCC, 1998; WFCC, 2010). BRCs must give at least, minimum information to the user, e.g. biological material identifier, accession and batch numbers, estimate of shelf-life, storage conditions, storage instructions and if appropriate, conditions of growth, instructions for opening ampoules or vials, safety data sheet and material transfer agreement (OECD, 2007).

Members of staff should be trained on duties specific to the job and offered regular training services. Periodic audits are performed by the management toward ensuring that collection policies and procedures, as set out in the manual, are strictly applied.

Measurement instruments and equipment must be calibrated accordingly to provide traceability and reproducibility (UKNCC, 1998; WFCC, 2010).

Accurate identification and nomenclature of species at Collection Centers are required while attending to orders by clients, otherwise, this may lead to wrong application during research. Hard copies or electronic catalogues of the strains ready for distribution, should be produced and revised periodically. Risk evaluation must be done before the materials are brought into the collection center and specific procedures applied (WFCC, 2010). There are three fundamental features available to be observed during the collection of biological materials to ensure the values of stored materials: (1) purity (freedom from contaminant organisms); (2) authenticity (correct identity of each strain), and (3) stability, including correct functional qualities (Stacey and Day, 2007). The viability, purity, identity, stability, developmental needs, and directives on maintenance and/or storage of the organisms should be determined and records kept. These data are saved along with information on preservation and growth (Smith, 2001; WFCC, 2010).

Preservation of Cultures

With the advancement in science and technology, different methods for culture preservations have been successfully applied, bearing in mind that there is no single method for all microorganisms. For different groups of microorganisms, a unique procedure and varieties of a similar procedure are recommended (Topal, 1989; Smith and Onions, 1983; Halkman and Dogan, 2000). Regarding each culture strain, a suitable preservation method (s) must be applied by the culture collection center based on its own experience or in agreement with the depositor (OECD, 2007).

Microorganisms often require special preservation methods for optimal viability, recovery of the preserved culture, and avoidance of contaminants in the culture, purity, authenticity, genome integrity and storage (OECD, 2007; WFCC, 2010). Freeze-drying (lyophilization/L-drying) or storage in ultra low temperature in liquid nitrogen or mechanical freezers of temperature (-140°C) or lower (cryopreservation), is the commonly used approach for sustainable preservation of microbial cultures for long periods. These are the best methods allowing high quality, long-term storage, recovery and use of strains, minimising risks of gene change. Where freezing is only available in certain instances, duplicates should be preserved in separate refrigerators with different electrical supplies (UKNCC, 1998; OECD, 2007; WFCC, 2010).

Compared with other groups of microorganisms, relatively little research has been done on the improvement of long-term preservation methods for microalgae (Day et al., 2000). Lyophilization and cryopreservation are the most commonly used methods for preservation. Lyophilization, in other words, dry-freezing, in culture collections, or industry, is widely used today. In lyophilization, the material is simply frozen, and through sublimation, made to dry by vacuum-sucking the water vapour out (Halkman and Dogan, 2000). Together with its general principles, lyophilization is based on three basic phases: freezing, pre-drying (sublimation) and intermediate drying (desorption). With this technique, the solution is initially cooled between -40° and -50°C after which, it is vacuum-sucked and warmed gradually allowing the ice to vaporize while the water separates from the solution. Lyophilization method has successfully been applied in preserving yeast and sporulating fungi as well as bacteria. The advantages of the method include protection from contamination or infestation during storage, sustainable viability,

and the facilitation of strain distribution (Berny and Hennebert, 1991). Despite some positive results obtained with microalgae using this method, others have been negative.

Halkman and Dogan (2000) had reported that during lyophilization, viability and activities are affected by several factors which include type of species, age, reproduction medium, pre-process cell density, reaction of preservative with the medium, atmosphere of culture after the processes (vacuum, inert gases, etc), moisture retained in culture, storage conditions (temp, period, light) compounds of solvents used in watering, and temperature (Halkman and Dogan, 2000). Corbett and Parker (1976) indicated that with some species of *Cyanobacteria*, lyophilization method was successful, while with others, it failed. After the process of lyophilization, many of the *Cyanobacteria* that remained alive were filamentous organisms, which had bred heterocyst or akinet (spores) - special cells showing possible resistance against freezing and drying (Corbett and Parker, 1976). McGrath et al. (1978), out of 106 algal species, had successfully preserved 39 through lyophilization method, with *Chlorella* and *Scenedesmus* being majority and *Chlamydomonas* as minority.

Cryopreservation is a method of preservation with liquid nitrogen at vapor phase (-140°C) or liquid nitrogen at liquid phase (-196°C). Liquid phase (-196°C) today, is the most effective known preservation method without loss in culture viability and activeness for many years (according to type and species up to 30-40 years) (Halkman and Dogan, 2000; Baust, 2002). Dimethyl sulphoxide (Me₂SO) is the most frequently used cryoprotectant (CPA) for cryopreserving algal species, although methanol (MeOH) is also reported to be an effective CPA for some algae. Glycerol has been used successfully as a CPA for animal cells and a few eukaryotic algal cells, but some researchers found glycerol to be toxic to *Chlorella* and *Chlamydomonas* (Johnson and Dutcher, 1993).

Cryopreservation has been successfully employed to maintain algae (Day, 1998). Culturable *Cyanobacteria* and soil microalgae can be cryopreserved with relatively high viability. Also, different freshwater and marine eukaryotic algae can be successfully cryopreserved, but typically with lower post-thaw viability levels (Day, 2007). Day and Brand (2005) had successfully applied cryopreservation method in preserving *Cyanobacteria*, marine diatoms and morphologically simple single cells of green algae (Day and Brand, 2005). The viability of marine algae (Cox et al., 2009; Tanniou et al., 2012), diatom (Pilar and Sa'nchez-Saavedra, 2006; Buhmann et al., 2013), eukaryotic algae (Myron and Parker, 1992; Park, 2006) isolates were investigated by different researchers upon freezing in liquid nitrogen. The protocols developed and tested, further enhance application of cryopreservation. Findings imply that cryopreservation could be an easy and time-saving sustainable preservation method for microalgae.

According to a guideline published by the OECD in 2007, L-drying cryopreservation in or above liquid medium in ultra low temperature (below -140°C), and freeze-drying serial transfer (if long term preservation is not possible) are appropriate for *Cyanobacteria*; and for microalgae, sterile liquid medium, sterile semi-solid medium (agar, alginate beads) and cryopreservation below (-140°C) methods, were recommended (OECD, 2007).

There are microalgae culture collection centres in many countries around the world with large numbers of strains being examined in these collections. Some of these are: Culture Collection of Algae and Protozoa (CCAP) (UK), The Provasoli-Guillard National Center for Culture of Marine Phytoplankton (CCMP) (USA), Sammlung von Algenkulturen Göttingen (SAG) (Germany), The Culture Collection of Algae at the University of

Texas at Austin (UTEX) (USA), American Type Culture Collection (ATCC), the Culture Collection of the Centre of Algology (CCALA), the Culture Collection of Algae at the University of Coimbra (ACOI), the Microbial Culture Collection at the National Institute for Environmental Studies (NIES), and Pasteur Culture Collection (PCC).

CONCLUSION

A large number of culture strains with unique functions have been selected for specific applications, and such strains generally are maintained in laboratories through serial subculture. If maintenance by subculture can be applied to a wide variety of microalgae, this technique requires a lot of human power and strains can be lost due to human error and can be contaminated. An extinction through out the microalgae species may come up with a wide range of activities of people and some natural phenomena. Reference strains, whose characteristics are well known during scientific researches, are also needed. Researchers may need to provide some strains that are not available in their own country. When all these factors are taken into consideration, the need for Biological Resource Centers is emerging. A BRC must have a reliable protection technology and quality control management in order to protect the properties of isolated and conserved cultures characteristics.

A BRC is a research center that carries out the duties of developing technologies used in storing and preserving algal cultures. It is generally a center where such high-technique studies and developments are done. Therefore, these centers are very important in terms of current knowledge and information on taxonomy, characterization, preservation, biosafety and shipment. In addition, it is the center of guidance for education and training on issues within the scope. Different kinds of BRCs exist depending on the types of materials they harbour, and the needs those materials serve. Nevertheless, the centers and their materials, are meant to be of good quality and information, good enough for use, to allow the achievement of the required goals and standards. With this review study, the importance of microalgae; why microalgae culture collections are necessary and what basic qualifications they have to contain has been briefly summarized and a general outlook has been tried to be brought over this issue.

REFERENCES

- Anonymous, Organization for Economic Co-Operation And Development (OECD). (2007). OECD Best Practice Guidelines for Biological Resource Centres. Paris, France, 1-115.
- Anonymous, World Federation for Culture Collections (WFCC). (2010). For the Establishment and Operation of Collections of Cultures of Microorganisms, Guidelines, 3rd Edition, Brussels, Belgium, 1-20.
- Anonymous, United Kingdom National Culture Collection UKNCC. (1998). Quality Manual. UK New Strategy for Microbial Collections.
- Baust, J. M. (2002). Molecular mechanisms of cellular demise associated with cryopreservation failure. *Cell Preserv. Technol.*, (1), 17–31.
- Berny, J.F., & Hennebert, G.L. (1991). Viability and stability of yeast cells and filamentous fungus spores during freeze-drying: effects of protectants and cooling rates. *Mycologia*, (83), 805-815.
- Borowitzka, M.A., & Borowitzka, J.L. (1988). Micro-algal biotechnology. Cambridge University Press, Cambridge.

- Buhmann, M.T., Day, J.G., & Kroth, P. G. (2013). Post-cryopreservation viability of the benthic freshwater diatom *Planothidium frequentissimum* depends on light levels. *Cryobiology*, (67), 23–29.
- Cohen, Z. (1999). *Chemical from Microalgae*. Taylor&Francis, London, UK.
- Corbett, L., & Parker, D.L. (1976). Viability of lyophilized cyanobacteria (Blue-Green Algae). *Applied and Environmental Microbiology*, 32(6), 777-780.
- Cox, S.L., Hulston, D., & Maas, E.W. (2009). Cryopreservation of marine thraustochytrids (Labyrinthulomycetes). *Cryobiology*, (59), 363–365.
- Day, J.G., Fleck, R.A., & Benson, E.E. (2000). Cryopreservation-recalcitrance in microalgae: novel approaches to identify and avoid cryo-injury. *Journal of Applied Phycology*, (12), 369-377.
- Day, J.G. 1998. Cryo-conservation of microalgae and cyanobacteria. *Cryo-Letters Supplement*, (1), 7-14.
- Day, J.G. 2007. Cryopreservation of Microalgae and Cyanobacteria. In: *Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols*. Edited by John G. Day, Glyn N. Stacey, Humana Press, Totowa, New Jersey, 141-151.
- Day, J.G., & Brand, J.J. (2005). Cryopreservation methods for maintaining cultures. In: *Algal Culturing Techniques*, (Andersen, R. A., ed.), Academic Press, New York, 165-187.
- Falkowsky, P.G. (1980). Primary productivity in the sea. In: Falkowski, P.G. (Ed.), *Environmental Science Research*, 19, Plenum Press, New York/London.
- Halkman, K., & Doğan, H.B. (2000). *Kültür Koruma. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*, Ankara.
- Hosikian, A., Lim, S., Halim, R., & Danquah, K.M. (2010). Chlorophyll extraction from microalgae: A review on the process engineering aspects. *International Journal of Chemical Engineering*, 1-11.
- Johnson, D.E., & Dutcher S.K. (1993). A simple, reliable method for prolonged frozen storage of *Chlamydomonas*. *Trends Gent.*, (9), 194-195.
- Kirsop, B.E., & DaSilva, E.J. (1988). Organisations of resource centres. In: *Living Resources for Biotechnology: Filamentous Fungi*, Edited by D.L. Hawksworth and B.E. Kirsop, Cambridge: Cambridge University Press., 173 -187.
- Lugo, A. E. (1988). Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. In: Wilson, E. O., ed. *Biodiversity*, National Academy Press, Washington, 58–70.
- Maxted, N., Ford-Lloyed, B. V., & Hawks, J. G. (1997). *Plant Genetic Conservation: The In Situ Approach*. Chapman & Hall, London.
- McGrath, M.S., Daggett, P.M., & Dilworth, S. (1978). Freeze-drying of algae: Chlorophyta and Chrysophyta. *J.Hycol.*, (14), 524-525.
- Murdock, J.N., & Wetzel, D.L. (2009). FT-IR Microspectroscopy enhances biological and ecological analysis of algae. *Appl. Spectroscopy*, (44), 335-361.
- Myron, H. B., & Parker, B.C. (1992). Cryopreservation of Eukaryotic Algae. *Virginia Journal of Science*, (43), 4.
- Pilar, M., Sa´nchez-Saavedra, (2006). The effect of cold storage on cell viability and composition of two benthic diatoms. *Aquacultural Engineering*, (34), 131–136.
- Park, H.K. (2006). Long-term Preservation of Bloom-forming Cyanobacteria by Cryopreservation. *Algae*, 21(1), 125-131.
- Rasmussen, R.S., Morrissey, T., & Steve, L.T. (2007). Marine biotechnology for production of food ingredients. In: *Advances in Food and Nutrition Research*, 237-292.
- Shelly, K., Heraud, P., & Beardall, J. (2002). Nitrogen limitation in *Dunaliella tertiolecta* (Chlorophyceae) leads to increased susceptibility to damage by UV-B radiation but also increased repair capacity. *J. Phycol.*, (38), 1-8.
- Smith, D., Ryan, M., Clayton, S., Day, J., & Green, P. (2001). General hints on growing microbes and animal cell lines. In: *UKNCC Biological Resource: Properties, Manitenance and Management*, The UK National Culture Collection, Bakeham Lane, 42-47.

- Smith, D. (2001). Culture collection operation and management. In: UKNCC Biological Resource: Properties, Maintenance and Management, Edited by David Smith, Matthew J. Ryan, John G. Day, Swindon, 379p.
- Smith, D., & Onions, A.H.S. (1983). The preservation and maintenance of living fungi. Commonwealth Mycological Inst., Richmond, London, 51p.
- Stacey, G.N., & Day, J.G. (2007). Long-Term Ex Situ Conservation of Biological Resources and the Role of Biological Resource Centers. In: Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols, 1-14.
- Tanniou, A., Turpin, V., & Lebeau, T. (2012). Comparison of cryopreservation methods for the long term storage of the marine diatom *Haslea ostrearia* (simonsen). *Cryobiology*, (65), 45–50.
- Thompson, P.A. (2002). Algal cell culture. Biotechnology, Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), I, 67-110.
- Topal, Ş. (1989). Küf koleksiyonlarının oluşturulması ve korunumu. *Gıda*, 14(6), 371-380.
- Watanabe, M.M. (2005). Cultures as a Means of Protecting Biological Resources: Ex Situ Conservation of Threatened Algal Species. In: In Algal Culturing Techniques, Elsevier Academic Press, Edited by Robert A. Andersen, 419-428.
- Yumuşak, D., Öncül, Ö., & Esen, B. (2005). Kültür koleksiyonu genel tanımı ve Türkiye'deki kültür koleksiyonları. *Türk Hij. Den. Biyol. Dergisi*, 62(1,2,3), 67-72.

Endemik İçsu Balıkları Yetiştiriciliğinin Önemi: Eğirdir Sirazı (*Capoeta pestai* Pietschmann, 1933)

Orhan DEMİR

Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Isparta.

Geliş : 03.03.2017

Kabul : 10.04.2017

Derleme / Review

Sorumlu yazar: orhandemir@sdu.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308 – 7517

Özet

Siraz balığı (*Capoeta pestai* Pietschmann, 1933), Eğirdir Gölü'nün endemik ayrıca ekonomik değeri yüksek bir Cyprinidae türüdür. Bu tür Eğirdir Gölü ile gölü besleyen akarsularda yayılış göstermesine karşın aşırı avcılık baskısıyla göldeki popülasyonu hızla azalmıştır. Bu problemin çözümü, doğal dengenin korunması, desteklenmesi, avcılık baskısının azaltılması, besin gereksinimlerinin karşılanması ile üretiminin yapılması ancak yetiştiricilik yöntemlerinin uygulanmasıyla mümkün olacaktır. Bunun en iyi kanıtı da, Türkiye'nin yetiştiricilik üretim miktarıyla toplam su ürünleri üretiminde geldiği seviyedir. Ayrıca yetiştiricilik üzerine çeşitli sektörlerce yapılan olumsuz propagandalara rağmen yetiştiriciliğin önemi de gün geçtikçe artmaktadır. Eğirdir Gölünden Şubat ayında avlanan ve boyları 20 cm üzerinde olan 4 dişi, 5 erkek siraz balığı ön çalışmada kullanılmıştır. Bunlardan 2⁺-3⁺ yaşlı dişi bireylerin ortalama standart boyu 24,60±0,82 cm, ortalama canlı ağırlıkları 419,25±46,40 g olarak hesaplanmıştır. Diseksiyonla bu bireylerin eşeyssel olgunluğa ulaştığı ve ortalama ovaryum ağırlığının 35,9±1,9 g, ortalama Gonado somatik indeks değeri (GSI) 0,0876±0,007 ve ortalama yumurta verimleri 179 000-250 670 adet/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Yumurtalar açık sarı renkli, küre şekilli ve ortalama çapı 1,07±0,05 mm, ortalama yumurta ağırlığı ise 2,1±0,13 mg olarak hesaplanmıştır. 3⁺ ve 4⁺ yaşlı erkek sirazların ortalama standart boyları 23,1±2,23 cm, ortalama canlı ağırlıkları 253±46,16 g, ortalama testis ağırlığı 5,36±2,23 g ve ortalama Gonado somatik indeks değeri (GSI) 0,02086±0,0012 olarak ölçülmüştür.

Anahtar kelimeler: Eğirdir Sirazı, *Capoeta pestai*, yetiştiricilik.

The Importance of Endemic Freshwater Fish Culture: Eğirdir Barb (*Capoeta pestai* Pietschmann, 1933)

Abstract

Eğirdir barb (*Capoeta pestai* Pietschmann 1933) is one of the endemic species of Cyprinidae family that is found in the Eğirdir Lake and it is economically important species. Although this species is distributed in the Eğirdir Lake and rivers feeding of this lake, in the ecosystem of the lake due to the excessive hunting pressure and the density of the population have been decreased rapidly. To solve this problem, protection of natural balance, support, reduction of hunting pressure, the supply of nutrient requirements and production can be done only through the application of aquaculture methods. Also, this is the best evidence that the amount of production of aquaculture in Turkey contributes most of the production of total fishery products. In addition, despite the negative propaganda of various sectors, the importance of aquaculture is increasing day by day. At the end of February, hunting than over 20 cm length of fish "Eğirdir barb" in Eğirdir Lake, in 4 female and 5 male fish were used in the preliminary study. The mean standard length of 2⁺- 3⁺ age old female fish is 24.60 ± 0.82 cm and the average body weight was calculated as 419.25 ± 46.40 g. Dissection of fish showed that fish reached sexual maturity and the weight of ovaries was measured to be as 35.9 ± 1.9 g, Gonad somatic index (GSI) of females were 0,0876±0,007 and egg yields of females individual were estimated to be around 179 000-250 670 eggs kg⁻¹. The color of eggs were light yellow, spherical and the mean diameter of egg was measured 1.07±0.05 mm and the mean weight of egg was measured as 2.1 ± 0.13 mg. Over 3⁺ and 4⁺ age males were 23.1 ± 2.23 cm the mean standard length, 253 ± 46.16 g the mean live weights. The mean testicles weights were measured as 5.36 ± 2.23 g and GSI as 0.02086 ± 0.0012.

Keywords: Eğirdir barb, *Capoeta pestai*, aquaculture.

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılında 9,6 milyara ulaşacağı, 2 milyardan fazla insanın açlık ve kötü beslenme sorunlarıyla karşı karşıya kalacağı bildirilmiştir (FAO, 2014). Dünyada kişi başı balık tüketimi ise 1960 yılında 9,9 kg, 1990 yılında 14,4 kg ve 2013’de yaklaşık 19,7 kg’a ulaşmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliği yolu ile elde edilen üretiminin kişi başına düşen payı 1970 yılında 0,7 kg iken, 2008 yılında 7,8 kg ulaştığı belirtilmektedir (FAO, 2016). Bu bağlam da doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanılmasına yönelik konular gelecek nesiller için önemli çalışma ve mücadele alanları olacaktır (FAO, 2014).

Tüm dünyada, başta Çin, Hindistan, Japonya, Endonezya, Filipinler ve Tayland olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde Cyprinidae familyası üyeleri en yaygın ve yoğun kültürü yapılan türlerdir (FAO, 1985). Dünyanın en önemli su ürünleri yetiştiricisi olan Çin’de özellikle karnivor balıklara göre beslenme zinciri daha kısa olan sazan ve tilapia gibi omnivor ve herbivor türlerin kültürü yaygın olarak yapılmaktadır. Ayrıca bu türlerin yemlerinde daha düşük miktarlarda balık unu kullanılmasına rağmen, Çin’in yüksek üretim hacmi nedeniyle de önemli düzeyde balık unu tüketicisi olduğu da belirtilmektedir (Chiu vd., 2013).

Türkiye’nin su ürünleri üretiminde yetiştiriciliğin payı 1986 yılında 3075 ton, 2012 yılında 212410 ton olarak gerçekleşmiş (Demir, 2011, 2014), 2015 yılında ise 240 334 tona (toplam üretimin % 35,7’si) ulaşmıştır. Bununla birlikte Türkiye’de toplam kapasitesi 479280 ton/yıl olan 2377 adet kayıtlı su ürünleri yetiştiricilik tesisi olduğu bildirilmektedir (TÜİK, 2016). Ancak işletmelerin de %50 kapasite ile çalıştıkları bu bilgilerden anlaşılmaktadır. Halbuki bu işletmelerin verimlilikleri % 100 kapasiteye ulaşmış olsa, şu anki avcılık yolu ile elde edilen üretimden daha fazlasının olacağı görülmektedir.

Avcılık yolu ile iç su balıkları üretimi 2015 yılında 34176 tondur ve bunun %21,1’ini de sazan balığı oluşturmaktadır. Bu verilerden sazan avcılığının 7223 ton olduğu (alabalık üretiminin yaklaşık 1/13-1/14) ve 2014 yılına göre de bu miktarın % 10,1 azaldığı anlaşılmaktadır.

Güner vd. (2014), Türkiye’de mevcut imkanlar ve koşullar olumlu devam ettiğinde 2030 yılında toplam su ürünleri yetiştiriciliği miktarının 400 000 tona ulaşmasını beklemekle birlikte 2016 yılının sonuna doğru da sazan yetiştiriciliğinin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalacağı tahmininde bulunmuşlardır.

Türkiye’deki siraz türlerinin toplam üretiminin 2015 yılında 695 ton olduğu ve 2014 yılı verilerine göre de % 1,6 azaldığı istatistiklerden anlaşılmaktadır (TÜİK, 2016). Eğirdir Sirazı’nın ilk kaydının Deveciyan (1915) tarafından yapıldığı belirtilmekle birlikte bilimsel olarak ilk tanımı Pietschmann (1933) tarafından yapıldığı anlaşılmaktadır. Pietschmann (1933)’nin çalışmasında popülasyonda büyüklük farkından ortaya çıkan renk, beneklenme ve eşeyssel farklılaşma nedeniyle *Varicorhinus pestai* ve *Schizothorax prophyllax* olmak üzere iki tür şeklinde bildirilmiş olmasına karşın, türün bilimsel adının *Capoeta pestai* olduğu daha sonraki çalışmalarda açıklanmıştır (Küçük vd., 2009). Eğirdir’in yerel balıkçıları bu balıkların küçüklerini “Kelten” büyüklerini de “Şişek” olarak adlandırmıştır (Küçük vd., 2007). Eğirdir Sirazı’nın insan besini açısından ekonomik değeri olan ve 1980’li yıllardan önce yerel halk tarafından taze olarak yoğun tüketilen, ayrıca salamura (kurma) balık olarak ta değerlendirilen bir tür olduğu bildirilmektedir (Geldiay ve Balık, 1996).

Eğirdir Sirazı, 2009 yılına kadar olan bilimsel çalışmalarda Eğirdir Gölü ve Orta Anadolu tatlı sularında yayılış gösteren endemik bir tür şeklinde verilmiştir (Geldiay ve Balık, 1996; Küçük, 2006; Fricke vd., 2007). Ancak Beyşehir Gölü havzasında yaşayan siraz popülasyonunu yeni tür *C. mauricii* (Beyşehir Sirazı) olarak tanımlanmıştır. *C. pestai* ve en yakın tür olan *C. mauricii* diğer *Capoeta* türlerinden farklı olarak, göl ortamına uyum sağlamış balıklardır (Küçük vd., 2009).

Konya ili sınırlarında bulunan Derebucak Çayından (Bakaran mevki) Haziran ayında yakalanan sirazların henüz yumurtalarını dökmeye başladığı (en azından bir kısmını), bu dönemde tam boyu 21,1 cm ve canlı ağırlığı 102 g olan bir dişinin Gonado Somatik İndeks (% GSI) değeri 11,56; ortalama yumurta çapı $1,36 \pm 0,12$ mm, toplam yumurta sayısı 7915 adet; fekondite değeri 77598 yumurta/kg canlı ağırlık olarak tespit edilmiştir. Aynı habitatta yakalanan üreme olgunluğundaki erkek bireyin toplam boyu 20,4 cm, canlı ağırlığı 79,8 g ve GSI değeri % 2,47 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca göl habitatlarında yaşayan türler daha erken (Mayıs-Haziran) üreme döngüsüne girerken, akarsu habitatlarında yaşayanlar çoğunlukla daha geç (Haziran-Temmuz) zamanlarda üremektedirler (Küçük ve Gülle, 2015).

Siraz, Eğirdir Gölü havzasında yaşayan diğer sazangillere göre soğuk ve ılıman suları seven bir türdür (Küçük vd., 2009). Siraz balıkları vücudu uzun ve mekik şekilli, genellikle akarsuların hızlı akan, zemini taşlı ve kumlu kesimlerinde ve bol oksijenli ortamlarda yaşamalarına karşın, rakımı yüksek, suyu nispeten soğuk ve temiz göllerde de yaşamaktadırlar (Şekil 1). Durgun su habitatlarında yaşayanların üremek ve yumurtlamak üzere, özellikle ilkbahar ve yaz aylarında (Nisan-Temmuz döneminde) akarsu ağızlarına giriş yaptığı, bol oksijenli ve akıntılı olan yukarı bölgelere doğru göç yaptığı belirtilmiştir (Küçük ve Gülle, 2015).



Şekil 1. Eğirdir Sirazı (*C. pestai*) Çayköy Deresi, Eğirdir (Küçük vd., 2007)

Capoeta ekmekciae türünün alt çenesinin tipik keratin yapı ve keskin olması nedeniyle kazıyıcı beslendikleri bildirilmektedir (Turan vd., 2006). Beslenmesi açısından çoğunlukla omnivor olan bu balıkların, oldukça uzun ve hassas bir sindirim kanalı bulunur. Siraz balıkları diğer sazangil formlarında olduğu gibi ortamın fiziksel özelliklerine, besin organizmalarının dağılımı ve bolluğuna bağlı olarak beslenme davranışlarını gelişim dönemlerine göre değiştirebilmektedirler (Küçük ve Gülle, 2015).

Yapılan araştırmalarda sirazın ötrofikasyona, çevre kirliliğine ve insan faaliyetlerine karşı duyarlı, nadir, küresel önemi olan, yüksek koruma öncelikli, nesli hızla azalan ve tehlike altında olan bir tür olarak ifade edilmiştir. Ayrıca gölet-baraj yapı ve inşaatları, tarımsal sulama sistemlerinin su havzaları üzerine etkileri habitat kayıplarına neden

olmakta ve siraz popülasyonlarını tehdit etmektedir (Fricke vd., 2007; Özcan ve Turan, 2009; David, vd., 2013).

Çeşitli antropojenik kirletici unsurların sucul organizmalar üzerinde yaptıkları etkiler biyolojik olarak izlenmiştir. Değişik zamanlarda yakalanan farklı büyüklük ve yaştaki sucul organizmaların dokularında, yaşam döngülerinde ve beslenme habitatlarında bu kirleticilerin varlıkları ve yaptıkları tahribatlar araştırmalarla tespit edilmiştir (Farkas vd., 2003).

Dağlı ve Erdemli (2011)'nin araştırmasında, *Capoeta umbla* numunelerinin toplam boyu 9,6-27,2 (16,48±3,17) cm, *Capoeta trutta* 'nın ise 8,2-31,0 (16,20 ±4,93) cm arasında bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada Fırat ve Dicle nehir sistemlerinde yaygın olarak bulunan ekonomik öneme sahip olan *C. umbla* ve *C. trutta*'nın kan parametreleri, toplam lipit ve yağ asidi bileşimi, serum proteinleri, karyotipi, avcılığı, iç parazitleri, sindirim sistemi içeriği, hematolojik ve biyokimyasal parametreleri; *C. umbla*'nın yaş tayini ve boy ağırlık ilişkisi, büyüme özellikleri, üreme özellikleri, glikoz ve glikojen miktarı, kan parametreleri, popülasyon yapısı, total yağ ve yağ asitleri, ağır metal içeriği; *C. trutta* 'nın yaş tayini, sindirim sistemi muhteviyatı, total yağ ve yağ asitleri, iz element miktarı, büyüme özellikleri, et verimi ve kimyasal bileşimi, büyüme ve üreme özellikleri, hematolojik ve biyokimyasal parametreleri, ağır metal içeriği, serum testosteron, estradiol ve kolesterol miktarlarının çeşitli bilim insanları tarafından araştırıldığı ifade edilmiştir.

Siraz gibi ekonomik önemi olan türlerin kültüre alınması ile sürdürülebilir yetiştiriciliğe, yem ve diğer yetiştiricilik uygulamalarına bağlı olarak ekosistem üzerindeki organik yük ve avcılık baskılarının en aza indirilmesine ve ekosistem tarafından tolere edilebilir bir ölçekte olmasına, karnivor türlere göre besin zinciri daha kısa olan bu türün yetiştiriciliğinin yapılmasıyla da ekonomik, çevre dostu ve ekolojik bir üretime olanak sağlayacaktır.

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de sulak alanlar üzerinde yok edici aşırı avcılık baskıları ve bilinçsiz avcılık yöntemleri su ürünleri üretimini gün geçtikçe azaltmakta ve geri dönüşü olmayan noktaya getirmektedir. Bununla birlikte su ürünleri üretiminde, su ürünleri yetiştiriciliği konusu üzerine yapılan tüm olumsuz kara propagandalara rağmen yetiştiriciliğin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu yargının yanlış olduğu yapılan çok sayıdaki araştırma ile ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarla ekolojik dengenin korunmasının, doğal stokların desteklenmesi ve avcılık baskısının azaltılmasının, besin gereksinimlerinin karşılanmasının yetiştiricilik yoluyla olacağı da kanıtlanmıştır.

Bu bağlamda, ülkemizde sirazın yetiştiriciliğine ilişkin de yeterli düzeyde bilgi olmaması, aşağıda konu başlıkları belirtilen çalışmaların bir bilimsel disiplin içinde çalışılmasını gerektirmektedir. Bu konular;

- Türün biyolojisi çalışmaları,
- Hidrobiyolojik ve limnolojik çalışmalar,
- Eğirdir siraz popülasyonunun durumu ve yetiştiricilik çalışmaları,
- Biyotik ve abiyotik optimum çevresel isteklerinin belirlenmesi çalışmaları,
- Anaç temini ve stoklama çalışmaları,
- Yumurta eldesi ve inkübasyonu koşullarına ilişkin çalışmalar,
- Erken larva dönemi yetiştiricilik ve besleme programı çalışmaları,
- Bakım, besleme programı çalışmaları,
- Hastalık teşhisi ve tedavi çalışmaları,
- Genç ve ergin birey yetiştiricilik çalışmaları,

Doğal stokların desteklenme programlarını oluşturma gibi daha birçok çalışmalar türün biyolojisine ekolojisi ve yetiştiriciliğine önemli katkıları sağlayacaktır.

Hidrobiyolojik ve Limnolojik Çalışmalar

Eğirdir Gölü, Türkiye'nin güney batısında, Isparta ilinde, 37° 50' - 38° 16' kuzey enlemleri ile 30° 57' - 30° 44' doğu boylamları arasında yer alan 2. büyük tatlı su gölüdür. Antalya havzasında yer alan Eğirdir havzasının toplam büyüklüğü göl dahil 3020 km² ve yüzey alanı 468 km²'dir. Deniz seviyesinden yüksekliği 917,7 m, maksimum su hacmi 4 milyar m³ ve en derin yeri 13-14 m'dir (Şener vd., 2013; Beyhan ve Kaçikoç, 2014). Eğirdir Gölü hidrodinamik model uygulamasında, göle giren ve gölden çıkan suyun akış hızı tanımlanırken göl ile bağlantısı olan Hoyran, Gelendost ve Aksu Deresi göle giren; Kovada Kanalı, Hoyran, Senirkent, Barla, Atabey, Boğazova ve Gelendost Sulaması ise gölden çıkan sular olarak tanımlanmıştır. Eğirdir Gölü suyunda sıcaklık tabakalaşmalarının olmadığı ve hidrodinamik model çalışmaları sonucunda, Eğirdir Gölü için, yeraltı suyunun bir rezervuar görevi yaptığı kanısına varılmıştır. Göle dışsal etkilerle taşınan fosfor ve azot miktarları ne kadar azalır ve hidrodinamik yapısı korunursa, su kalitesi açısından kendi kendini yenilemesi de o kadar kolay olacaktır (Anonim, 2013).

Eğirdir Gölü suyunun yıl boyu berrak ve kokusuz olduğu, tuzluluğun %0,0, hidroksil ve karbondioksit parametrelerinin 0 mg/L, bulanıklık 0,94-5,43 NTU (Eylül-Kasım), kondüktivite 361,14-392,57µmhos/cm (Temmuz-Aralık), pH 6,94-8,66 (Ekim-Mayıs), sıcaklık 4,64-24,71 °C (Aralık-Temmuz), çözülmüş oksijen 6,20-11,60 mg/L (Eylül-Aralık), klorür 9,39-14,84 mg/L (Ağustos-Eylül), organik madde 14,50-20,85 mg/L (Kasım-Ağustos), bikarbonat; 194,67-218,96 mg/L (Aralık-Ekim), karbonat 8,40-22,28 mg/L (Aralık-Eylül), sertlik 23,14-27,57 °F (Ağustos-Kasım), kalsiyum 24,04-98,48 mg/L (Ağustos-Aralık), nitrat 0,51-1,33 mg/L (Temmuz-Eylül), amonyak 0,38-1,53 mg/L (Mayıs-Temmuz), sülfat 6,59-30,34 mg/L (Mayıs-Temmuz), fosfat 0,01-0,72 mg/L (Temmuz ve Mayıs-Mart), asit bağlama gücü 3,77-4,72 ml asit (Temmuz-Nisan) olarak bulunmuştur (Bulut vd., 2009).

Gölün kuzey bölümü sıg ve yer yer sazlık alanlarla kaplıdır. Eğirdir Gölü içme suyu, tarımsal sulama, balıkçılık, turizm ve enerji üretimi amaçlı kullanılmaktadır. Türkiye yüzey su kalite yönetmeliğine göre Eğirdir göl suyu kalitesinin nitrojen çeşitleri bakımından 1. sınıf olduğu, toplam fosfor bakımından ise 2. sınıf olduğu belirtilmiştir. Gölde ölçülen Chl-a değerleri makrofitlerden dolayı beklenen trofik durum indeksi (TSI) değerlerin daha düşük olarak saptanmıştır. Eğirdir gölünün bazı su kalite parametreleri sıcaklık 15,15 °C (6,25-25,41°C), pH 8,6 (7,34-9,32), elektriksel iletkenlik 399,38 µs/cm (382-410,71 µs/cm), çözülmüş oksijen 8,98 mg/L (7,45-10,80 mg/L), toplam azot 1,11 mg/L (0,84-1,29 mg/L), toplam fosfor 0,140(0,11-0,18 mg/L), klorofil-a 2,14 µg/L (0,65-4,9 µg/L) olarak ölçülmüştür (Beyhan ve Kaçikoç, 2014).

Eğirdir Gölü'nün su sıcaklığı 7,2-26,7 °C, pH aralığı ise 7,58-8,54 arasında belirlenmiştir. Suda yapılan iyon analizleri sonucunda; nitrit ve fosfat hiçbir mevsimde tespit edilememiştir. Florür her mevsim bütün istasyonlarda ölçülürken, nitrat farklı mevsim ve istasyonlarda ölçülmüştür. Suda en fazla biriken anyonun florür olduğu görülmüştür. Sedimentte yapılan iyon analizlerinde ise; nitrit hiçbir mevsimde tespit edilememiştir. Nitrat ve florür her mevsim bütün istasyonlarda ölçülürken, fosfat farklı mevsim ve istasyonlarda ölçülmüştür. Sedimentte en fazla biriken anyonun nitrat olduğu görülmüştür. Eğirdir Gölü suyu çalışılan parametrelere göre I. kalite su sınıfında yer almaktadır (Kır vd., 2013).

Eğirdir Gölü'nün Kovada kanalı bağlantı bölgesi klorofil a açısından oligotrof, toplam fosfor ve seki diski derinliğine göre mezotroftur. Eğirdir Gölü'nde ortalama toplam fosfor miktarı en düşük 0,10 (Ekim ayında), en yüksek 0,12 mg/l (Temmuz ayında); klorofil a miktarı en yüksek Haziran ayında (5,26 µg/l), en düşük Şubat ayında (1,07 µg/l); ortalama seki diski derinliği ise 1,77 m (Aralık, Ocak)-2.07 m (Temmuz) olarak ölçülmüştür (Zeybek vd., 2012).

Eğirdir Gölü yağış, yüzey suyu ve yeraltı suyu akımı ile beslenmektedir. Gölün boşalım elemanları ise buharlaşma, sulama, içme suyu ve enerji amaçları için alınan sulardır. 1970-2010 periyodunda gölün gelir ve gideri arasındaki fark 7.78 hm³ olarak hesaplanmıştır (Davraz vd., 2012).

Eğirdir Gölü'nün gelir-gider su bütçesinin tahmininde çeşitli analiz yöntemleriyle elde edilen bilgilere göre 100 yıllık süreçte %24 oranında küçüleceği bildirilmektedir. Bu bağlamda, havzada yer altı suyu ve bitkisel üretimde kullanılan sulama suyunun azaltılması, etkili sulama sistemlerin yaygınlaştırılması ve teşvik edilmesi, sürdürülebilir su kullanımı ile bütçe dengesinin kurulması gibi acil önlemlerin alınması gereklidir (Keskin vd., 2015).

Su- kayaç etkileşimi, evsel ve endüstriyel atıklar, tarımsal aktiviteler, yüzey madencilik faaliyetleri ve diğer birçok insan kaynaklı yapılar Eğirdir Gölü su kalitesini ve havzasını olumsuz etkilemektedir (Şener vd., 2013).

Kıyı ve sahillerin yönetimi, korunmasına ilişkin yeni bütünleşmiş düzenlemeler yapılmasında tüm paydaşların birlikte hareket etmeleri gerekliliği belirtilmiştir. Bu amaçla yapılacak yeni aktivite ve düzenlemeler üç alana ayrılmıştır. Bunlar;

1- Yasalarla çevreyi kullananların kullanım haklarının belirlenmesi (örneğin turizmci, balıkçı, sanayici vb. paydaşların faaliyetleri açısından),

2- Çevrenin biyolojik yapısı ve çeşitliğinin tüm ekosistemle birlikte korunması (biyoçeşitlik ve ekosistem havzalar bakımından),

3- Ekosistemin güvenliği ve fonksiyonlarının sürdürülebilirliği açısından besin, oksijen vb. sirkülasyonların sağlanması ve korunması konularıdır. Bunların dışında, insan kaynaklı aktiviteler ile birlikte yetiştiricilik faaliyetlerinin yaptığı etki ve baskıların sürdürülebilir yetiştiriciliği sınırladığı ifade edilmiştir. Ayrıca ekosistemler de bu durumlar dikkate alınarak üretim alanlarının taşıma kapasitelerinin bilimsel yöntemlerle belirlenmesi gerektiği de belirtilmiştir (Karakassis vd., 2013).

Eğirdir Siraz Populasyonunun Durumu ve Yetiştiricilik Çalışmaları

Ülkemizde ilk limnolojik çalışmaların yapıldığı bu gölde, sudak balığının aşılındığı 1955 yılına kadar 10 yerli balık türünün yaşadığı bildirilmiş olmasına karşın, 2009 yılında yapılan son taksonomik çalışmada *Cyprinus carpio* (Sazan), *Vimba vimba* (Eğrez), *Capoeta pestai* (Siraz), *Pseudophoxinus egridiri* (Eğirdir yağ balığı), *Cobitis cf. turcica* (Taş ısıran), *Seminemacheilus ispartensis* (Çöpçü balığı), *Barbatula mediterraneus* (Çöpçü balığı) ve *Aphanius anatoliae* (Dişli sazancık) olmak üzere 8 yerli balığın yaşadığı, sudak türünün predatör etkisi nedeniyle 1970 yılların başında gölün yerel endemiklerinden *Pseudophoxinus handlirschi* (Kavine, çiçek)'nin neslinin tükendiği (EX), *Hemigrammocapoeta kemali* (Ereğli otbalığı)'nın ise göldeki populasyonunun yok olduğu bildirilmiştir. Ayrıca gölde Sudağın dışında 1996 yılında *Carassius gibelio*, 1998 yılında *Knipowitschia caucasica*, 2002 yılında *Atherina boyeri* görülmeye başlamış ve 2006 yılına gelindiğinde ise göldeki en baskın tür gümüş balığı olmuştur. Bu süre sonunda

Eğirdir Gölü'ndeki ekonomik balık türlerinin (sazan ve sudak) avcılığında büyük bir düşme görülmüştür (Küçük vd., 2009).

Siraz balığı Eğirdir Gölü ile gölü besleyen akarsularda yayılış göstermesine karşın, bu türün aşırı avcılık ve predatör (sudak balığı, *Sander lucioperca* (L.,1758)) baskısıyla 1970'li yılların başından itibaren göldeki popülasyonu hızla azalmış ve nesli tükenme düzeyine gelmiştir (Küçük vd., 2009).

Eğirdir Gölü üzerinde 2016 yılına kadar yapılan 249 adet araştırma makale başlıklarının verildiği çalışmada doğrudan Siraz popülasyonunun durum ve yetiştiriciliği hakkında yeterli çalışma olmadığı görülmektedir (Yağcı ve Yağcı, 2016).

Sirazın yetiştiriciliğine ilişkin temel bilgilerin ve üretim tekniklerinin araştırılması ile yok olma tehlikesi sınırına gelen bu tür, varlığını sürdürülebilir olanağına sahip olmakla birlikte omnivor beslenme özelliği nedeniyle de ekolojik ve ekonomik açıdan da önemli bir türdür.

Sahada Şubat 2017'de yaptığımız ön çalışmada, standart boyları 20 cm üzerindeki 4 dişi, 5 erkek toplam 9 adet ergin siraz balığının cinsiyet, canlı ağırlık, standart boy, gonad ağırlıkları ve GSI değeri gibi bazı özellikleri ölçülmüştür. Eğirdir Siraz'ın 2⁺-3⁺ yaşlı dört dişi bireyin standart boy ortalaması 24,60±0,82 cm (23-30,5 cm), canlı ağırlık ortalaması 419,25±46,40 g (315-537g) ölçülmüştür. Diseksiyonla bu bireylerin eşeyssel olgunluğa ulaştığı ve ovaryum ağırlık ortalamasının 35,9±1,9 g (33,9-41,1 g), GSI değerinin 0,0876±0,007 (%7,65-10,7) ve yumurta verimlerinin 179 000-250 670 adet yumurta/kg olduğu hesaplanmıştır. Yumurtalar açık sarı renkli ve küre şeklindedir. Ortalama çapı 1,07±0,05 mm (0,84-1,47 mm) ve ortalama ağırlığı 2,1 ± 0,13 mg (1,84-2,41 mg)'dir. Erkek sirazlardan yaşları 3⁺- 4⁺ üzeri olanların standart boy ortalaması 23,1 ± 2,23 cm (20,7-28 cm), canlı ağırlık ortalaması 253 ± 46,16 g (194-437 g), testis ağırlık ortalaması 5,36 ± 2,23 g (3,29-9,80 g) ve GSI ortalama değeri de 0,02086 ± 0,0012 (% 1,7-2,24) olarak hesaplanmıştır. Eğirdir siraz balığının erkek ve dişi bireylerine ait bu verilerin, Küçük ve Güllü (2015)'nin bildirdiği değerler ile önemli oranda örtüştüğü gözlenmiştir.

Anaç Temini ve Stoklama Çalışmaları

Doğal ortamlardan anaç temininde; türe özgü morfolojik özellikleri taşıyan sağlıklı erkek ve dişi bireylerden ağırlık, boy ve yaş bakımından uygun büyüklükteki damızlık adaylarının uygun zaman ve av araçları ile yeteri miktarda avlanması, uygun koşullarda stoklanması ve adaptasyonlarının gerçekleştirilme çalışmaları yetiştiricilik bakımından çok önemlidir. Çünkü yetiştiricilikteki başarı bireylerin/anaç adaylarının ortam koşullarına iyi uyum sağlamasına bağlıdır.

Doğadan temin edilecek damızlık bireylere ilişkin üreme özelliklerinin belirlenmesi yönelik gerekli ölçüm ve hesaplamaların yapılması gereklidir. Bunun dışında bu bireylerden üreme hücrelerinin elde edilmesi, dölleme işlemleri sırasında, ve sonrasında inkübasyon koşul ve yöntemlerinin belirlenmesi gibi çalışmalara ilişkin araştırmaların yapılması da canlı biyolojisi ve yetiştiriciliği açısından çok önemlidir.

Su ürünleri yumurta ve larva yetiştiriciliğinde başarıyı etkileyecek faktörleri üç başlıkta kısaca özetlenebilir. Bunlardan birincisi, anaç yönetimi, damızlık temini, kültüre alma, yumurtlatma (sağım), yumurtaların toplanması, inkübasyonu çalışmaları; ikincisi kuluçkahane içi ve dışı üretim alanlarında larva yetiştiriciliği çalışmaları; üçüncüsü de erken dönem larva besleme için canlı yem üretimi ve bu üretim tekniklerinin geliştirilmesi çalışmalarıdır. Bunların dışında larva yetiştiriciliğinde kanibalizm, su kalitesi ve salgın

hastalıklar konusundaki sıkıntıların kitlesel ölümlere yol açtığı da araştırmalarla ortaya konulmuştur. Ancak, yetiştiricilikte yem ve yemleme programlarındaki bazı düzenlemelerle kanibalizimin önlendiği, kuluçka ortamlarındaki kapalı devre sistemlerinin kullanılmasıyla da su kalitesi ve salgın hastalıkların kontrol altına alındığı belirtilmiştir. Yetiştiricilik tesisi ve sistemlerinde, kullanılan suda, ayrıca dölleniş yumurtaların dezenfeksiyonlarında ozon veya klor kullanımının olumlu etkilediği belirtilmektedir. Bunların yanı sıra larva yetiştiriciliğinde yeşil su kültürünün, kapalı devre sistemlerinin kullanılması ve ozonla dezenfeksiyon gibi birçok uygulamalarla larvaların keseli evreden tamamen karma yeme geçiş dönemine (weaning) kadar ki süreçte ölüm oranını binde seviyelerine düşürdüğü bildirilmiştir (Liao vd., 2001). Su ürünleri yetiştiriciliğinde, canlıların üreme kapasitesi ve fonksiyonun kontrollü olarak denetimlerinin düzenli yapılması sürdürülebilir üreme ve üretimin temelini oluşturur. Bu bakımdan, doğal üreme mevsimi dışındaki dönemlerde fotoperiyot, su sıcaklığı vb. uygulamalar ile balıkların üreme fonksiyonları kontrollü olarak yönetilir (Constantinos vd., 2010).

Yumurta Eldesi ve İnkübasyonu Koşullarına İlişkin Çalışmalar

Jeuthe vd., (2013) balık yumurtalarının inkübasyonunda su sıcaklığının düşmesinin başarının azalmasına, bazı balık türlerinde uygun olmayan su sıcaklıklarının çene ve omurgada yapısal bozukluklarla birlikte ölümlere yol açtığını belirtmektedir. Ergin salmon türlerinde yüksek su sıcaklıklarının ovulasyonu engellediği veya ötelediği rapor edilmiştir. Yüksek su sıcaklığının fertilitite oranının düşmesine ve inkübasyonu döneminde yumurtalarda ölüm oranının artmasına, ayrıca ilk defa yumurta verecek damızlık bireylerinde yaz mevsimindeki yüksek su sıcaklıklarına karşı çok duyarlı oldukları rapor edilmiştir.

Erken Larva Dönemi Yetiştiricilik ve Besleme Programı Çalışmaları

Kolkovski (2001)'e göre, balıkların prelarva evresinde sindirim sistemleri arasında çok önemli farklılıkların olmadığı, histolojik olarak bir tüp şeklinde olduğu belirtilmiştir. Ancak besin kesesinin tamamen çekilip ağzın açılması ile sindirim sisteminde farklılaşmaların başladığı bu dönemde de mide, mide bezleri ve plorik keselerin gelişimi tamamlanmaktadır. Karaciğer ve pankreas inkübasyon devresinde şekillenmiş ve ilk beslenme döneminde de fonksiyoneldir. İlk beslenme dönemlerinde larvaların sindirim sistemlerinin fonksiyonel olmadığı, midesiz balıklarda larvaların barsaklarında sindirim işlemleri ortam pH'sının alkali ve tiripsin benzeri enzimlerin proteolitik aktivitesinden söz edilmiştir. Barsak ve pankreatik enzim aktivitelerinin ilk beslenme dönemlerinde genellikle düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Japon balığı larvaları "farklı yemleme zamanı ve karma yem+canlı yem kombinasyonları" ile ilk 15 gün beslenmiştir. Larvaların canlı yemle beslenme süreçlerine (3, 5 ve 7 gün) ve farklı yemleme zamanı programına göre gelişimleri ve yaşama oranlarının değiştiği ve canlı yemle besleme süresinin artışına koşut olarak arttığı belirtilmiştir. Buna göre ilk 7 gün canlı yem (tatlı su rotiferi), sonra 3 gün canlı yemle birlikte karma yemle, daha sonra da 5 gün süreyle tamamen kuru yemle beslenen grubun diğer tüm deneme gruplarına göre daha uygun besleme programı olduğunu bildirmişlerdir (Demir ve Sarıgöz, 2016).

Genç ve Ergin Birey Yetiştiricilik Çalışmaları - Doğal Stokların Desteklenme Programı

Siraz balığı yalnız Eğirdir Gölü'nde değil, aynı zamanda gölü besleyen akarsuların balıklandırılmasında da kullanılabilir bir türdür. Türün kültürünün başarılı olması durumunda ülkemizde nesli tükenme sınırında olan diğer türlerin yetiştiricilik yolu ile doğal stoklarının desteklenmesi konusunda da umut verici olacaktır.

SONUÇ

Diğer ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de yoğunlaşan av baskısı ve çevre kirliliği doğal kaynakların verimliliğini sınırlamaktadır. Avcılık yolu ile elde edilen ürün miktarının azalması, balık yetiştiriciliğini zorunlu kılmaktadır.

Bu derleme makalesinde belirtilen kaynak ve istatistiksel veriler ışığında ülkemizde herbivor ve omnivor balıkların yetiştiriciliğine çok önem verilmediği ortaya konulmuştur. Bununla birlikte ülkemizdeki yerel popülasyonların biyo-ekolojisi, popülasyon dinamiği, sistematiği ve fizyolojileri üzerine çok sayıda çalışmalar olmasına karşın, türlerin yetiştiriciliğine ilişkin sınırlı sayıda olduğu anlaşılmaktadır. Ülkemizde yetiştiricilik açısından sazan balığı en önemli tür olmakla birlikte alternatif bir tür olarak da siraz balığının ele alınmasının gerekli olduğu kanısındayım. Bu durum hem yetiştiricilik hem de doğal stokların takviyesi açısından da önemlidir.

Deniz ve iç sularımızdan avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri üretiminin sürekli dalgalandığı ve zaman zaman düştüğü, devamlı artan nüfusumuza bağlı olarak kişi başına düşen balık tüketiminde istenilen düzeye ulaşmadığı açıktır. Ayrıca içme suyu kalitesindeki iç sularımızda sürekli karnivor türlerin üretiminin gündemde oluşu, gelecekte toplumumuzun temiz su gereksinimini de zora sokacağı gerçeği göz ardı edilmemelidir. Bu gerçekler doğrultusunda sazan ve siraz gibi ekonomik değeri olan herbivor ve omnivor türlerin yetiştiriciliğini mutlak olarak destekleyen politikalar geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

İç su kaynaklarında siraz gibi ekonomik önemi olan türlerin kültüre alınması ile sürdürülebilir yetiştiriciliğe, yem ve diğer yetiştiricilik uygulamalarına bağlı olarak ekosistem üzerindeki organik-inorganik yüklerin, baskıların en aza indirilmesine dolayısıyla ekonomik, çevre dostu ve ekolojik bir üretime olanak sağlayacaktır.

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de sulak alanlar üzerindeki geri dönüşü olmayan yok edici aşırı avcılık baskıları nedeniyle su ürünleri üretimi gün geçtikçe azalmaktadır. Günümüzde ve gelecekte insanların çeşitli istemlerinin, gereksinimlerinin karşılanmasında, ekolojik dengenin korunmasında ve doğal stokların desteklenmesinin de her şeye rağmen yetiştiricilik yoluyla olacağı çok sayıda araştırma ile ortaya konulmuştur. Ayrıca su ürünleri yetiştiriciliğinin önemi de gün geçtikçe artmaktadır.

Bu bağlamda, ülkemizde sirazın yetiştiriciliğine ilişkin araştırmaların sayıları arttırılmalı, bu konudaki bilgi açığı kapatılarak türün yetiştiriciliğine ilişkin bölgesel ve ulusal ölçekte gerekli önem ve değer verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2013). Eğirdir Gölü'nde kirlilik durumu ve kirlilik kaynakları modelleme çalışması raporu. *Yedi Renkli Göle Yedi renkli Hayat Projesi*, WWF, 36s.
- Beyhan, M., & Meltem, K. (2014). Evaluation of Water quality from the perspective of eutrophication in Lake Eğirdir, Turkey. Page 2 of 13 *Water Air Soil Pollut*, 225,1994.

- Bulut, C., Atay, R., & Uysal, K. (2009). Eğirdir Gölü'nde fiziko-kimyasal parametrelerin mevsimsel değişimi ve limnolojik açıdan değerlendirilmesi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi A - Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik* 10(2).
- Constantinos, C., Fostier, M. A. & Zanuy, S. (2010). Broodstock management and hormonal manipulations of fish reproduction. *General and Comparative Endocrinology* 16,5 516–534.
- Chiu, A., Li, L., Guo, S., Bai, Fedor, J., & Naylor, R. L. (2013). Feed and fishmeal use in the production of carp and tilapia in China. *Aquaculture* 414(415), 127–134.
- Dağlı, M., & Erdemli, A. Ü. (2011). Capoeta umbla (Heckel, 1843) ve Capoeta trutta (Heckel, 1843)'nın bazı meristik ve morfometrik özelliklerinin karşılaştırılması. *The Black Sea Journal of Science Symposium Special Issues* 2(5), 46-56.
- David, L., Noakes, G., & Lynn, D.B. (2013). Threatened fishes of the world: the end of a series. *Environ. Biol. Fish.* 96, 1135–1149.
- Davraz, A., Şener, E., Şener, Ş., & Varol, S. (2012). Water balance of Eğirdir Lake and the influence of budget componenets, Isparta, Turkey. *International Earth Science Colloquium on the Aegean Region, Proceedings Book*, p. 183, 2012-10-01, İzmir
- Demir, O. (2011). Türkiye su ürünleri yetiştiriciliği ve yem sektörüne genel bakış-II. SDU. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 7(1), 39-49.
- Demir, O. (2014). Yem Sektörünün, Su ürünleri yetiştiriciliğinde sorunlarının çözümünde yapabilecekleri. *Tarım Türk Dergisi*, Sayı 49(9), 58-63
- Demir, O., & Sarıgöz, S. (2016). Development of a feeding program for early larval stage of goldfish (*Carassius auratus*). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 16,321-326.
- Deveciyan, K. 2006. Türkiye'de Balık ve Balıkçılık. Aras Yayıncılık (II. Baskı), İstanbul, 574s.
- FAO, (1985). Mass production of eggs and early fry. Part 1. Common carp. Isbn 92-5-102301-8, P-44, Rome.
- FAO, (2014). The State of World Fisheries and Aquaculture, *Food And Agriculture Organization Of The United Nations*, Rome,
- FAO, (2016). The State of World Fisheries and Aquaculture, *Food And Agriculture Organization Of The United Nations*, Rome.
- Farkas, A., Salanki, J., & Specziar, A. (2003). Age- and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. Populating a low-contaminated site. *Water Research* 37, 959–964.
- Fricke, R., Bilecenoğlu, M., & Sari, H. M. (2007). Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostomata and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie A (Biologie) Herausgeber: *Staatliches Museum für Naturkunde, Rosenstein 1, D-70191 Stuttgart Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. A Nr. 706* 169 S., 3 Abb., 8 Tab. Stuttgart, 10. IV.
- Geldiay, R., & Balık, S. (1996). Türkiye Tatlısu Balıkları. II. Baskı. Ege Üniv. Su Ür. Fak. Yay. No:46, Ders Kitabı Dizini No: 16. Ege Üniv. Basımevi, Bornova-İzmir, 532 s.
- Güner, Y., Güleç, F., İkiz, M., & Kayacı, A. (2014). General view to Turkish carp (*C. carpio*) Production. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 7 (2), 66-69.
- Jeuthe, H., Brännäs, E., & Nilsson, J. (2013). Effects of egg size, maternal age and temperature on egg, viability of farmed Arctic charr. *Aquaculture*, 408(409), 70–77.
- Karakassis I., Papageorgiou, N., Kalantzi, I., Sevastou, K. & Koutsikopoulos, C. (2013). Adaptation of fish farming production to the environmental characteristics of the receiving marine ecosystems: A proxy to carrying capacity I. *Aquaculture*, 408(409), 184–190.
- Keskin, M.E., Taylan, D. ve Aslanbaş, T. (2015). An investigation of water potential of Lake Eğirdir, Turkey. *Procedia Earth and Planetary Sciences*.15, 244-248.
- Kır, İ., Erdoğan, M., & Engin, M.S. (2013). Determination of nitrite, nitrate, phosphate and fluoride quantities in water and sediment of Eğirdir Lake, Turkey. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 19(2), 129-132.

- Kolkovski, S. (2001). Digestive enzymes in fish larvae and juveniles—implications and applications to formulated diets. *Aquaculture* 200, 181–201.
- Küçük, F. (2006). Türkiye’deki bazı endemik içsu balıklarının dünya doğayı koruma birliği (IUCN) ölçütlerine göre değerlendirilmesi. *I.Ulusal Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu*, 7–9 Şubat 2006, Antalya.
- Küçük, F., Turna, İ., İ., & Demir, O. (2007) *Capoeta pestai* (Pietschmann, 1933) (Pisces: Cyprinidae)’nin yayılış alanı ve taksonomik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 18-25.
- Küçük, F., Turan, D., Şahin, C., & Gülle, İ. (2009). *Capoeta mauricii* n. sp., a new species of cyprinid fish from Lake Beyşehir, Turkey (Osteichthyes: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 47, 71-82.
- Küçük, F., & Gülle, İ. (2015). Beyşehir Siraz balığı (*Capoeta mauricii*)’nın yayılış alanı, korunması ve geliştirilmesine yönelik yaklaşımlar. *II. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi*. 20-22 Mayıs 2015, Eğirdir.
- Liao, I. C., Su, H. M., & Chang, E.Y. (2001). Techniques in finfish larviculture in Taiwan, *Aquaculture* 200, 1–3
- Özcan, G., & Turan C. (2009). Threatened fishes of the world: *Capoeta pestai* (Pietschmann, 1933) (Cyprinidae), *Environ. Biol. Fish.* 84: 359–360.
- Pietschmann, V. (1933). Drei neue fischarten (Cyprinidae) aus Kleinasien. *Anz. Akad. Wiss., Mat. Nat. KL.*, Tome 70, 21-23.
- Şener, Ş., Davraz, A., & Karagüzel, R. (2013). Evaluating the anthropogenic and geologic impacts on water quality of the Eğirdir Lake, Turkey, *Environ Earth Sci* 70, 2527–2544.
- Turan, D., Kottelat, M., Kırankaya, Ş. G., & Engin, S. (2006). *Capoeta ekmekciae*, A new species of cyprinid fish from northeastern Anatolia (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 17(2), 147-156s.
- TÜİK, (2016). Türkiye İstatistik Kurumu, *Haber bülteni. Su Ürünleri*, 2015. Sayı 21720, 23 Haziran 2016.
- Yağcı, M. A., & Yağcı, A. (2016). Düünden Bugüne Eğirdir Gölü Üzerine Yapılan Araştırmalar. *Ayrıntı Dergisi*, 4(37).
- Zeybek, M., Kalyoncu, H., & Ertan, Ö.O. (2012). The determination of trophic status in Kovada channel that connects lake Eğirdir and lake Kovada, and in the region of the lakes adjacent to the channel. *Ege J Fish Aqua Sci* 29(3), 137-141.

*****Sayfa boyutu :B5 (17,6-25 cm) olarak düzenleme yapılmalı**

*****Kenar boşlukları :Üst:2 alt:2 sol:2 sağ:1,5 cilt payı:0**

SABLON MAKALE

Thiacloprid ve D-Tubokurarın'ın *Rana ridibunda* Gastrokinemius Kası Üzerine Toksik Etkileri III: Oksidatif Potansiyel* (11 punto)

(1 satır boşluk)

İsim SOYİSİM^{1}, İsim SOYİSİM¹, İsim SOYİSİM² (10 punto)**

(1 satır boşluk)

¹Mersin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Mersin (10 punto)

²Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Mersin (10 punto)

(1 satır boşluk)

****Sorumlu Yazar: ycamlica@yahoo.com (10 punto)**

Basılı ISSN: 1300 – 4891 E.Dergi ISSN: 1308 - 7517

Özet (9 punto – sonrasında 6nk aralık)

0,5Bu çalışmada neonicotinoid bir insektisit olan thiacloprid ve antagonisti d-tubokurarın'ın kurbağa gastrokinemius kasında, tiyobarbitürik asit reaktif madde düzeyleri ve katalaz enzim aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneylerde 35 adet kurbağa kas preparatı kullanılmıştır. (9 punto)

Anahtar kelimeler: Thiacloprid, d-tubokurarın, kurbağa, , oksidatif stres. (9 punto öncesinde 6nk aralık)

(1 satır boşluk)

Toxic Effects of Thiacloprid and D-Tubocurarine on *Rana ridibunda* Gastrocnemius Muscle III: Oxidative Potential (9 punto)

(1 satır boşluk)

Abstract (9 punto – sonrasında 6nk aralık)

In this study, the effects of neonicotinoid insecticide thiacloprid and its antagonist d-tubocurarine on the amount of thiobarbituric acid reactive substances and their effects on catalase enzyme activity was investigated in frog gastrocnemius muscle. In the experiments 35 frog muscle preparations were used. The isolated gastrocnemius muscle was subjected to four different concentrations of thiacloprid (250, 25, 2.5 ve 0.25 mg L⁻¹) for 120 minutes.

Keywords: Thiacloprid, d-tubocurarine, frog, oxidative stress. (9 punto öncesinde ve sonrasında 6nk aralık)

***Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. (veya varsa proje desteği yazılmalı) (9 punto)**

(1 satır boşluk)

GİRİŞ / INTRODUCTION(11 punto sonrasında 6nk aralık)

0,5Neonikotinoidler, insektisitlerin son 30 yılda geliştirilen en yeni sınıfı olup homopterler, hemipterler ve siphonapterler gibi tarım zararlılarına ve evcil hayvanların dış parazitlerine karşı mücadelede önem kazanarak (Tomizawa ve Casida, 2005) organofosforlu, organoklorlu ve piretroid bileşiklerin yerini almaya başlamıştır (Kocaman ve Topaktaş, 2007).

(1 satır boşluk)

MATERYAL ve YÖNTEM / MATERIAL and METHODS(11 pt sonra 6nk aralık)

Kimyasallar (11 punto sonrasında 6nk aralık)

Deneylerde kimyasal olarak, potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄), disodyum hidrojen fosfat (Na₂HPO₄), hidrojen peroksit (H₂O₂), sodyum dodesil sülfat (SDS), asetik asit, tiyobarbitürik asit (TBA).

Biyokimyasal Analizler (11 punto öncesinde ve sonrasında 6nk aralık)

İzole edilen gastrokinemius kasları, 120 dakika boyunca 250, 25, 2,5 ve 0,25 mg/L thiacloprid çözeltilerinde, 2,5 mg/L thiacloprid ile 80 mg/L d-tubokurarın karışımında ve

0,25 mg/L thiacloprid ile 8 mg/L d-tubokurarin karışımında ayrı ayrı bekletilmiştir. Kontrol grubundaki kas dokuları ise, 120 dakika süresince Ringer çözeltisinde

BULGULAR / RESULTS (11 punto sonrasında 6nk aralık)

Thiacloprid ve D-Tubokurarin'in CAT Enzim Aktivitesi...(11 punto sonrasında 6nk)

Thiacloprid ve d-tubokurarin'in CAT enzim aktivitesi üzerine etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir. Thiacloprid'in uygulandığı bütün gruplarda, kontrol grubuna göre, konsantrasyona bağlı olarak CAT enzim aktivitesinde azalma meydana gelmiştir.....

(1 satır boşluk)

TARTIŞMA ve SONUÇ / DISCUSSION (11 punto sonrasında 6nk aralık)

Bu çalışmada, thiacloprid ve thiacloprid ile d-tubokurarin kombinasyonuna maruz bırakılan kurbağa gastrokinemius kaslarında meydana gelebilecek oksidatif hasar biyokimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda, 250 ve 25 mg/L gibi yüksek konsantrasyonlarda

Tablo sayfaya ortalı yerleştirilmeli. Tablo içi yazılar max 10punto ayarlanmalı

Tablo 5. / Table 5. Çalışma kapsamında örneklenen *L.vulgaris*, *S. officinalis* ve *P. semisulcatus* türlerinin günlük **(10 punto sonrasında 6nk aralık, tablonun sol tarafına hizalı,)**

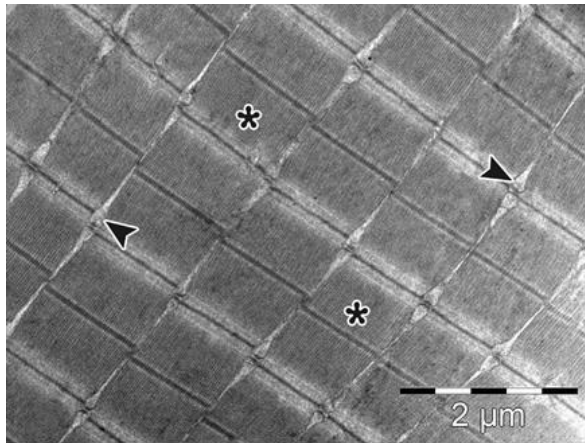
Metal	THMA ^a	THMA ^b	TGMA ^c	<i>L.vulgaris</i> HMA ^d (GMA ^e)	<i>S. officinalis</i> HMA ^d (GMA ^e)	<i>P.semisulcatus</i> HMA ^d (GMA ^e)
Cr ⁺³	10500 ^x	735000	105000	163,8 (23,4) ^w	93,8 (13,4) ^z	*TE
Cr ⁺⁶	21 ^x	1470	210	163,8 (23,4) ^w	93,8 (13,4) ^z	*TE
Mn	980 ^x	68600	9800	61,6 (8,8)	61,6 (8,8)	58,8 (8,4)
Ni	140 ^x	9800	1400	19,6 (2,8)	26,6 (3,8)	25,2 (3,6)
As ^y	2,1 ^x	147	21	26,6 (3,8) ^z	139,01 (19,85) ^z	31,36 (4,48) ^z
Sn	14000	980000	140000	19,6 (2,8)	23,8 (3,4)	64,4 (9,2)

^a Tolare edilebilir haftalık metal alımı (THMA) (µg/hafta/kg vücut ağırlığı).

^b 70 kg'lık bir insan için THMA (µg/hafta/70 kg vücut ağırlığı).

^c70 kg'lık bir insan için kabul edilen.... **(Alt bilgi yazıları 8 punto, tablonun sol tarafına hizalı)**

Şekil ve şekil yazısı sayfaya ortalı yerleştirilmeli



Şekil 1. / Figure 1. Kontrol grubu. Bütünüyle normal görünümüne sahip....**(10 punto, öncesinde 6nk aralık-makale devamı için 1 satır boşluk)**

İkinci örnek tablo
Kısaltmalar haricinde sadece ilk harf büyük olmalı

Tablo 1. / Table 1. Farklı oranlarda kekik uçucu yağı ile beslenen yavru ve juvenil gökkuşağı alabalıklarında biyometrik parametreler (X±SD)*

	Deneme grupları (mg/kg)			
	Kontrol	0,25	1,5	3,0
Yavru alabalıkların büyüme ilişkin verileri				
Deneme başlangıç ağırlığı (g)	0,41±0,10	0,39±0,13	0,40±0,12	0,36±0,08
Deneme sonu ağırlığı (g)	2,00±0,56 ^b	2,10±0,57 ^a	2,23±0,65 ^a	2,01±0,46 ^{ab}
Canlı ağırlık artışı (g) (CAA) ^a	1,59±0,54 ^b	1,70±0,62 ^{ab}	1,83±0,63 ^a	1,64±0,46 ^{ab}
Spesifik büyüme oranı (SBO)^b	1,75±0,05	1,87±0,20	1,91±0,06	1,90±0,03
Yem dönüşüm oranı (FCR) ^c	0,95±0,05	0,89±0,11	0,82±0,05	0,91±0,04
Yaşama oranı (%) (YO) ^d	78,57±15,72	81,90±4,59	75,71±7,96	79,52±7,87
Juvenil alabalıkların büyüme ilişkin verileri				
Deneme başlangıç ağırlığı (g)	27,66±3,98	27,91±4,08	27,86±3,52	28,05±3,70
Deneme sonu ağırlığı (g)	75,98±15,87 ^c	79,36±9,83 ^b	90,73±12,19 ^a	90,72±12,68 ^a
Canlı ağırlık artışı (g) (CAA)	48,31±2,18 ^b	51,45±1,45 ^b	62,68±2,57 ^a	62,91±1,38 ^a
Spesifik büyüme oranı (SBO)	4,30±0,05 ^b	4,37±0,03 ^b	4,59±0,02 ^a	4,59±0,09 ^a
Yem dönüşüm oranı (FCR)	1,38±0,03 ^{ab}	1,31±0,05 ^a	1,14±0,10 ^c	1,11±0,04 ^c
Yaşama oranı (%) (YO)	96,66±0,82 ^b	98,09±0,82 ^a	99,04±0,82 ^a	99,52±0,82 ^{ab}

* Aynı satırdaki farklı harfler istatistiki açıdan önemlidir (p<0,05)

a Canlı ağırlık artışı (CAA) = Den. Sonu Ort. Ağı. - Den. Baş. Ort. Ağır.

b Spesifik büyüme oranı (SBO) = 100x [(Ln Son Ağır. - Ln Baş. Ağır) / gün sayısı]

c Yem dönüşüm oranı (FCR) = Top. Tüket. Yem Mik. (g) / Topl. kazan. Canlı Ağır.

d Yaşama oranı (YO) = (Deneme sonu tankta kalan balık sayısı / Deneme başı balık sayısı) X 100

(1 satır boşluk)

.....Bu sonuçlar, günümüzde yaygın olarak kullanılan insektisitlerin, hedef olmayan organizmalar üzerine, çevresel toksik etkilerinin moleküler mekanizmasının anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.....

(1 satır boşluk)

KAYNAKLAR / REFERENCES (10 punto sonrasında 6nk aralık)

- Aruoma, O. I. (1998). Free radicals, oxidative stress, and antioxidants in human health and disease. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(2), 199-212.
- Aydin, B. (2011). Effects of thiacloprid, deltamethrin and their combination on oxidative stress in lymphoid organs, polymorphonuclear leukocytes and plasma of rats. *Pesticide biochemistry and physiology*, 100(2), 165-171.

Banerjee, B. D., Seth, V., Bhattacharya, A., Pasha, S. T., & Chakraborty, A. K. (1999). Biochemical effects of some pesticides on lipid peroxidation and free-radical scavengers. *Toxicology letters*, 107(1), 33-47(10 punto Girinti ayarı “Asılı, 1cm”)

Kaynak Gösterme : APA standardı kullanılmalı.

https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf

(Ulaşılan pdf dosya sonunda yardımcı site adresleri vardır)

Google akademik sonuçları için aşağıdaki kısa yol kullanılabilir.

Metin içi kaynak gösterimi (atıf, gönderme) yaparken; kısaltmalarda Türkçe makaleler için “ve” “vd.” – İngilizce makaleler için “and” “et al.” kullanılmalı. Birden çok kaynağa tek seferde atıf yapılacaksa kronolojik sıralama yapılmalıdır, aynı yıla ait çalışmalar için alfabetik sıralama yapılmalıdır

Metin içi kaynak gösterimi Örnekleri: (Shalaby vd., 2006; Goda, 2008; Nya ve Austin 2009)
Shalaby vd. (2006)’ya göre
Goda (2008)’ya göre
Nya ve Austin (2009)’e göre

DİĞER AÇIKLAMALAR

Adres yazımı :Üniversite(kurum) – Fakülte – Bölüm – İl (Büyük iller veya merkez dışında ise ilçe ve yabancı yayınlarda ülke de yazılmalı)

Yazı stili :Tüm makalede Times New Roman yazı stili kullanılmalı. İlk sayfa, tablo ve şekil yazıları biçim olarak örnek makalede belirtilmiştir. Bunların dışında tüm makale 11punto – iki yana yaslı – satır aralığı tek – satır öncesi/sonrası aralık 0 – paragraf başlangıcı ilk satır 0,5cm olarak ayarlanmalıdır.

Öndalık gösterim :Türkçe makalelerde “,(virgül)” İngilizce makalelerde “.(nokta)” olmalı.

Anahtar kelimeler :En az üç, en çok beş kelime içermeli

Normal Aralık Yok Başlık 1 Başlık 2 Konu Başlı... Al

Paragraf Stiller

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Paragraf

Girintiler ve Aralıklar Satır ve Sayfa Sonu

Genel

Hizalama: İki Yana Yasla

Anahat düzeyi: Gövde Metni Varsayılan olarak daraltılmış

Girinti

Sol: 0 cm

Şağ: 0 cm

Özel: İlk satır (yok) İlk satır Asılı

Değer: 0,5 cm

Karşılıklı girintiler

Aralık

Önce: 0 nk

Sonra: 0 nk

Satır aralığı: Tek

Değer:

Aynı stildeki paragrafların arasına boşluk ekleme

Önizleme

Öncüki ParagrafÖncüki ParagrafÖncüki ParagrafÖncüki ParagrafÖncüki ParagrafÖncüki ParagrafÖncüki ParagrafÖncüki ParagrafÖncüki Paragraf

Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin Örnek Metin

Sonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı ParagrafSonrakı Paragraf

Sekmeler... Varsayılan Olarak Ayarla Tamam İptal

S.D.Ü. EĞİRDİR SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ DERGİSİ
TELİF HAKKI DEVRİ

Biz aşağıda imzaları bulunan; (Yazarların adı-soyadı).....
.....
.....
tarafından yazılmış, (Makalenin başlığı).....
.....
.....

başlıklı makale konusunda; S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi'nin
metin ulaşıncaya kadar hiçbir sorumluluk taşımadığını kabul ederiz.
Yayınlanmak üzere sunduğumuz makalenin; orijinal olduğunu, daha önce
yayınlanmadığını ve bir başka dergiye yayınlanmak üzere verilmediğini,
yayınlanabilmesi için gerekli her türlü iznin alındığını ve orijinal telif hakkı
formu ile birlikte S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi'ne gönderildiğini
garanti ederiz.

Makalenin telif hakkından feragat etmeyi kabul ederek sorumluluğu üstlenir
imza ederiz. Bu vesileyle makalenin telif hakkı Süleyman Demirel Üniversitesi
Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi'ne devredilmiş ve makalenin
yayınlanabilmesi konusunda yetkili kılınmıştır. Bununla birlikte yazarların
aşağıdaki hakları saklı olup, ancak bu durumlarda makalenin Süleyman Demirel
Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi tarafından yayımlandığı
referans olarak verilmelidir.

- Telif hakkı dışında kalan patent vb. bütün tescil edilmiş haklar,
- Yazarın/yazarların gelecekteki kitaplar ve dersler gibi çalışmalarında
makalenin tümü ya da bir bölümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı ve,
- Makaleyi satmamak koşulu ile kendi amaçları için çoğaltma hakkı,

Bütün yazarlar tarafından imzalanmak üzere:

Adı-Soyadı	Tarih	İmza

Birincil İletişim Yazarı Yazışma Adresi:

Tel :
Cep.Tel.:
e-posta :

Not: Lütfen formu doldurduktan sonra elektronik başvuru aşamasında taranan bir nüshasını
esufdergi@sdu.edu.tr e-posta adresine, yayına kabul edildikten sonra ise orijinal imzalı bir
nüshasını iletişim adresine posta ile gönderiniz.