

ISSN: 1309-4726



Giresun Üniversitesi
Fen Bilimler Enstitüsü
Giresun University
Institute of Natural Sciences

Karadeniz
Fen Bilimleri Dergisi
The Black Sea Journal of Sciences

İlkbahar/Spring:2013
Yıl/Year:4 Cilt/Volume:3 Sayı/Number:8

Giresun Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Giresun University
Institute of Natural Sciences

Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi
The Black Sea Journal of Sciences

İlkbahar/Spring 2013
Cilt/Volume:3 Sayı/Number:3

ISSN: 1309-4726

Sahibi /Owner

Prof. Dr. Aygün ATTAR

Editör /Editor

Yrd. Doç. Dr. Cengiz MUTLU

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. İhsan AKYURT

Prof. Dr. Alp Yalçın TEPE

Doç. Dr. Mustafa Serkan SOYLU

Doç. Dr. Murat TAŞ

Doç. Dr. Birol ERTUĞRAL

Doç. Dr. Aysun TÜRKMEN

Doç. Dr. Elif Neyran SOYLU

Yrd. Doç. Dr. İmdat İŞCAN

Yrd. Doç. Dr. Melek ARAS

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. İhsan AKYURT

Prof. Dr. Nazmi POLAT

Prof. Dr. Kerim KOCA

Prof. Dr. Basri ÜNAL

Prof. Dr. Maurice MOENS

Prof. Dr. Gülendamar TÜMEN

Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN

Prof. Dr. Haydar YÜKSEK

Prof. Dr. Mustafa YEL

Prof. Dr. Hümevra BATI

Prof. Dr. Rıfat ÇAPAN

Prof. Dr. Kemal ÇOLAKOĞLU

Prof. Dr. Sadık DİNÇER

Prof. Dr. Ümit ÇAKIR

Yazışma Adresi / Corrospondence Address

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimler Enstitüsü

Eski Rektörlük Binası 28200 / Giresun

Tel: 0 (454) 310 14 52-61

E-mail: kfbd@giresun.edu.tr

Web: http://kfbd.giresun.edu.tr

Yazı İşleri Müdürü / Editorial Manager

Arş. Gör. Tamer AKKAN

Redaksiyon / Redaction

Arş. Gör. Dr. Serpil UĞRAŞ

Sekreter / Secreter

Arş. Gör. Tamer AKKAN

İçindekiler/Contents

| | Sayfa/ Page |
|---|----------------|
| Adana'ya Endemik Çokgözlü Teresamavisi (<i>Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae</i>) Kelebeği Üzerinde Gözlem Çalışmaları ve Türün Varlığının Yeniden Onaylanması <i>Field Studies on Theresia's Blue (Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae), Endemic to Adana and Reconfirmation of the Existence of Species in its Locality</i> Zeynel CEBECİ, Erol ATAY, Mehmet ÇELİK, Fatih GÜVERCİN | 1 |
| Hamsi ve Çaçı Unu İçeren Yemlerin Yunus Çiklit (<i>Cryptocara moorii</i> Boulenger, 1902) Yavrularının Büyümesi Üzerine Etkileri <i>The Effects of Diets Containing Anchovy and Sprat Fish Meal on Growth of the Blue Dolphin Cichlid (Cryptocara moorii Boulenger, 1902) Fry</i> Gaye DOĞAN ETYEMEZ, Özgür TÛMÛKLÛ SOYUTÛRK, Recep BİRCAN | 11 |
| Maraş Mavisi (<i>Polyommatus (Agrodiaetus) maraschi</i>) (Lycaenidae: Lepidoptera)'nin Adana İli İçin İlk Kaydı <i>The First Record of Marash's Blue (Polyommatus (Agrodiaetus) maraschi) (Lycaenidae: Lepidoptera) in Adana Province of Turkey</i> Zeynel CEBECİ, Erol ATAY, Turgut SARIGÛL, Süleyman SALKUTLU, Mehmet ÇELİK, İrfan İŞLEK | 21 |
| Samsun bölgesindeki hava kirliliğinin Neden olduğu hastalıkların istatistiksel modellenmesi <i>Statistical Modelling of Diseases Caused by Air Pollution in Samsun</i> Mehmet Ali CENGİZ, Talat ŞENEL, Erol TERZİ, Nurettin SAVAŞ, Yüksel TERZİ | 27 |
| Pelajik Amfipodların (Hyperidea, Amphipoda) İzmir Körfez'indeki Vertikal Dağılımı <i>Vertical Distribution of Pelagic Amphipods (Hyperidea, Amphipoda) in İzmir Bay</i> Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU, İsmet ÖZEL | 37 |
| Türkiye Miksomisetleri İçin Yeni Bir Varyete Kaydı <i>A New Myxomycetes Variety Record From Turkey</i> Murat ZÛMRE, Hayri BABA, Muharrem GELEN | 47 |
| Giresun İli Kelebek (Lepidoptera) Tür Çeşitliliği Üzerine Gözlem Çalışmaları ve Bazı İlk Kayıtlar <i>Observation Studies on Butterfly Species Variety (Lepidoptera) in Giresun and Some First Records</i> Zeynel CEBECİ, Erol ATAY | 52 |
| Trace Elemental Contents in Tissues of Talang Queenfish, <i>Scomberoides commersonianus</i>, from Karachi Coast, Pakistan Quratulan Ahmed, Farzana Yousuf, Mustafa Türkmen, Sadaf Tabassum, Reza Khoshnood | 68 |
| Mikrobiyal Sideroforlar ve Biyoteknolojideki Uygulama Alanları <i>Microbial Siderophores and Their Biotechnological Applications</i> Belgin ERDEM | 77 |
| Yenilenebilir Biyoplastik Üretiminde Alglerin Kullanımı <i>Use of Algae in Production of Renewable Bioplastics</i> Nilgün Özdemir, Jülide Erkmen | 89 |
| Heavy metal contents in largehead hairtail (<i>Trichiurus lepturus</i>) from the coast of Karachi Farzana Yousuf, Quratulan Ahmed, Mustafa Turkmen, Sadaf Tabassum | 105 |
| Ordu İli Kıyılarında Bulunan <i>Liocarcinus depurator</i> (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) Yengeç Türünün Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Faktörü Üzerine Bir Çalışma <i>Preliminary study on Length-weight relationship and condition factor of Liocarcinus depurator (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) crabs species existing in the Ordu prefecture.</i> Mehmet AYDIN, Uğur KARADÛRMUŞ, Cengiz MUTLU | 112 |
| Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi Yayın İlkeleri ve Yazım Kuralları | 122 |

Adana'ya Endemik Çokgözlü Teresamavisi (*Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae*) Kelebeği Üzerinde Gözlem Çalışmaları ve Türün Varlığının Yeniden Onaylanması

Zeynel CEBECİ¹, Erol ATAY², Mehmet ÇELİK³, Fatih GÜVERCİN⁴

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik ABD, 01330, Adana, TÜRKİYE

²Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antakya-Hatay, TÜRKİYE

³AdaMerOs Kelebek Türkiye, Kelebek Gözlem Topluluğu, Osmaniye, TÜRKİYE

⁴Orman ve Su İşleri 7. Bölge Md., Doğa Kor. ve Sulak Alanlar Şb. Md., 01260, Adana, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: zcebeci@cu.edu.tr

Geliş Tarihi: 06.06.2012

Kabul Tarihi: 12.08.2012

Özet

Lycaenidae ailesinden bir agro türü olan Çokgözlü Teresamavisi (*Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae*) Adana'nın Saimbeyli ilçesine endemik ve çok nadir görülen bir kelebek türüdür. İlk olarak 1992'de tanımlanan ve en son Temmuz 1998'de tip lokalite alanında gözlenen bu kelebek türü 15 yıl sonra, Ağustos 2012'de yapılan saha çalışmalarında tekrar gözlenmiştir. Bu çalışmada Çokgözlü Teresamavisinin dağılış alanlarıyla birlikte bazı biyolojik ve ekolojik özelliklerine ait gözlem bilgileri aktarılmaktadır. Türkiye kelebekleri koruma stratejisinde öncelikli türlerden biri olarak koruma altına alınması gerektiği bildirilen türün, üzerindeki tehditler ve koruma durumuyla ilgili öneriler de tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çokgözlü Teresamavisi, *Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae*, Lycaenidae, Lepidoptera

Field Studies on Theresia's Blue (*Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae*), Endemic to Adana and Reconfirmation of the Existence of Species in its Locality

Abstract

Theresia's Blue (*Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae*) as an agrodiaetus species from Lycaenidae family is a endemic and rarely seen butterfly species in the district of Saimbeyli, Adana Province in Turkey. This species which was described in 1992 for the first time and observed in its locality on July 1998 for the last time, was recorded once again in the field studies carried out in August 2012, 15 years later than the last record. The preliminary observation findings belonging to some biological and ecological traits along with distributional areas of on its distributioal area of *P. theresiae* are presented in this study. Additionally, suggestions related to the species which has to be taken under protection as one of endangered species within protection strategy for butterflies in Turkey, the threatening factors and protection conditions are discussed.

Keywords: Theresia's Blue, *Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae*, Lycaenidae, Lepidoptera

GİRİŞ

Lycaenidae ailesinin Polyommatus kabilesinden bir kelebek türü olan Çokgözlü Teresamavisi (*Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae* Schurian et al., 1992) ilçe düzeyinde endemik ve koruma statüsü en tehlikeli olarak tanımlanmış agro türlerinden biridir. Çokgözlü Teresamavisi (*P. theresiae*) ilk defa 1992’de yeni tür olarak tanımlanmıştır (Schurian ve ark., 1992). Bazı çalışmalarda Adana, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Konya illerinde dağıldığı bildirilmiştir (Hesselbarth ve ark., 1995; Kandul ve Lunktanov, 1997). Kandul ve Lunktanov (1997)’un karyotip çalışmasında türün kromozom sayısını $n=41-42$ olarak yayınlanmasına karşın daha sonra yapılan analizlerde farklı illerden gelen örneklerde farklı kromozom sayılarının bulunduğu anlaşılmıştır. Örneğin Adana’dan gelen örneklerde gerçek kromozom sayısının $n=63$ olduğu saptanmıştır (Olivier ve ark., 1999). *Polyommatus guezelmavi* (Çokgözlü Güzelmavi) ile allopatrik olan *P. theresiae*’nin saha gözlemleri ile ayırt edilmesinin çok güç olduğunu belirten Wiemers (2003), daha önceki çalışmalarda tip örneklerin Adana’dan ancak analiz örneklerinin Konya’dan gelmesinin bu karışıklığa yol açtığını belirtmektedir. Zira Olivier ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada Taşkent-Konya’daki popülasyon *P. guezelmavi* adıyla yeni tür olarak tanımlanmıştır. Moleküler düzeyde yapılan sonraki çalışmalarda da bunların ayrı tür oldukları onaylanmıştır. Zira Wiemers (2003)’in mtDNA verileriyle yürüttüğü çalışmasında *P. surakovi* (Çokgözlü Kunchuy)’nin en yakın akrabası olarak gözükmekte, ayrıca *P. dama* (Mezopotamya Çokgözlüsü) ile kıyaslanabilir bir soy benzerliği olmakla birlikte genetik ilişkilerin hala açık olmadığı dile getirilmektedir.

Hesselbarth ve ark. (1995)’nin türe ait 5 ayrı dağılış lokasyonu belirtmesine karşın Konya’dakilerin *P. guezelmavi*; Kahramanmaraş ve Gaziantep’tekilerin *P. poseidon* (Çokgözlü Poseydon), Lübnan’dan *P. theresiae larseni* alttürü olarak bildirilenlerin (Carbonell, 1994) ise *P. larseni* ürüne ait oldukları saptanmıştır. Kandul (1997), yaptıkları karyotip çalışmasında $n=25-26$ kromozom sayısına sahip *P. larseni*’nin *P. theresiae*’nin bir alt türü olamayacağını bildirmişlerdir. Sonuç olarak *P. theresiae*’nin Adana’nın Saimbeyli İlçesi’nde çok sınırlı bir alanda dağılış gösteren endemik bir tür olduğu anlaşılmıştır (Olivier ve ark., 1999).

P. theresiae’nin dağılışı ile ilgili bilgiler oldukça sınırlıdır. Eckweiler (1995), Palaz Dağları’nda (Taşkent-Konya, 1300-1400 m) Temmuz 1995’te gözlediği bireyleri

Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae guzelmavi olarak kaydetmiş olsa da; daha sonra yukarıda sözü edilen çalışma kapsamında kromozom sayısı itibariyle yeni bir tür (sp. nova) *P. guzelmavi* olarak kaydedildiğini bildirmektedir. Aydın ve ark., (2006)'nın Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları çalışmasında "Türkiye'ye endemik kelebek türlerinden Çokgözlü Teresamavisi için Yeşilce Önemli Doğal Alan'ın (Kahramanmaraş'ın Pazarcık; Gaziantep'in Nurdağı, Şahinbey ve Şeyhkamil ilçelerini kapsamaktadır) en önemli yaşam alanlarından biridir" denilmesine karşın bu bilginin muhtemelen Hasselbarth ve ark. (1995)'e dayanan bir literatür bildirişi olduğu tahmin edilmektedir. Anadolu Çaprazı projesi raporlarına göre *P. theresiae*'nin Türkiye'de Adana, Hatay, Kahramanmaraş ve Karaman kayıtlarına ilaveten Sivas'ta da ilk kez kaydedilerek 5 lokasyondan kaydının bulunduğu bildirilmektedir (URL1, 2012). Kemal ve Koçak (2011) da *P. theresiae*'nin tek alt türünün Türkiye'de Adana, Konya, Kahramanmaraş ve Gaziantep'te dağıldıkları listelenmiştir. Yukarıda farklı illerde gösterilen dağılım muhtemelen Hasselbarth ve ark. (1995)'e dayandığı, Sivas kaydının ise yayınlanmadığı düşünülmektedir. Wagener (2006), Türkiye'de kelebek çeşitliliği ve korunması üzerine yapmış olduğu çalışmada Saimbeyli'deki çam ormanı açıklıklarının Türkiye'deki 10 önemli kelebek alanından biri olarak listelemiş ve *P. theresiae*'nin sadece bu alana endemik bir tür olduğunu bildirmiştir.

Sonuç olarak *P. theresiae* türünün tanımlandığı 1992 yılı sonrasında sadece iki gözlem kaydının yapıldığı bilinmektedir. 1994 yılında yapılan gözlemlerde 3 birey gözlenmiştir. Wiemers'in 1998 yılındaki gözleminde Morpbank'ta kuru örnek taramalarına ait görüntüler de bulunan sadece dört birey ile karşılaşmıştır. Hatta türü tanımlayanlardan Schurian, 1995 ve 1996 yıllarında yaptığı saha çalışmalarında tek bir birey bile görememiştir (Karaçetin ve Welch, 2011). Gerçekten de mevcut literatür taramalarına göre, sonraki yıllarda yapılan saha çalışmalarında da *P. theresiae* türüne ait gözlem kaydının yapıldığına ilişkin herhangi bir bulguya rastlanılamamıştır.

Bununla birlikte son gözlemin yapılmasından yaklaşık 15 yıl sonra, Ağustos 2012'de yapılan bir saha çalışmasında türe ait bireyler yeniden gözlenmiş; ekolojisi ve biyolojisi hakkında bilgiler derlenmiştir (Cebeci ve ark., 2012).

Bu çalışmada yetersiz verili bir tür olan *P. theresiae*'nin dağılım alanı, biyolojik özellikleri ve yaşam alanı hakkında elde edilen bulgular tartışılmaktadır.

Son yıllarda yaşanan iklim değişikliklerinin uçuş zamanları üzerinde etkili olabileceği düşünülerek Haziran sonu-Ağustos başı arasında belli aralıklarla saha çalışmasına gidilmesi planlanmıştır. Ziyaretlerin ilki 21 Haziran 2012, ikincisi 29 Haziran 2012, üçüncüsü 8 Temmuz 2012 tarihinde yapılmıştır. Son olarak 8 Ağustos 2012 tarihinde yapılan saha çalışmasında *P. theresiae*'nin uçtuğu gözlenmiştir.

Tür Lokasyon 1'de (Şekil 2), 1150-1385 m yükseltide Atatürk Obruk Şelalesi Mesire Alanı içinde (38°01'40" K ve 36°05'48" D) yer almaktadır. Söz konusu gözlem lokasyonu Adana'ya 150 km, Saimbeyli ilçesine 5,5 km, Tufanbeyli ilçesine 34 km mesafededir. Bireyler, Saimbeyli Deresi'ni oluşturan karstik Obruk Gözü Kaynağı'nın şelale yaparak aktığı mesire alanı ve etrafındaki yol kenarlarında ıslak ve çamurlu alanlarda mineral almak için beslenirken gözlenmişlerdir.

P. theresiae yaşam alanının yaklaşık 4 km² olarak öngörülerek toplam popülasyonun 1.000 bireyden az olduğunun tahmin edildiği bildirilmiştir (Karaçetin ve Welch, 2011). Bu çalışmadaki gözlem bulguları da bu tahmini doğrulamaktadır. Zira toplam 9 hektarlık mesire alanının güneyinde yer alan yol kenarlarında sadece 5-6 birey gözlenmiştir. Gözlem yapılan alanın kuzeyindeki taşlık ve kayalık alanlar ile diğer lokasyonlarda türe ait bireyler gözlenmemiştir. Elde edilen bu bulgular, *P. theresiae*'nin çok dar bir sahaya endemik olduğu kadar çok da nadir bir tür olduğunu göstermektedir.

Morfolojik Özellikleri

P. theresiae benzer mavi agrolara hatta diğer taksonlardan çokgözlülere göre çok daha iri yapılı olup kanat açıklığı yaklaşık 4 cm civarındadır. Ön kanat altında diskelsel bölge üstü benekleri diğer agrolara göre orta büyüklüktedir. Ön kanat altında diskelsel benek yukarıya hafif çıkıntılı, içi siyah ve ince üçgen görünümündedir. Arka kanat altında diskelsel benek silik, içi boş ve beyaz şeride bitişiktir. Arka kanat altı krem, bej renklidir.

Kaidede mavi pullanma çok zayıftır. Orta dış bant benekleri çok zayıf ve eksiktir (Şekil 3, 4). Ön kenarda iki benek diğerlerine göre daha belirgindir. Beyaz agro şeridi dardır, yukarıda genişlememekte ve aşağıda kaideye fazla girmemektedir. Arka kanat kenar alt bandındaki desenler tam ancak siliktir (Şekil 5, 6, 7).



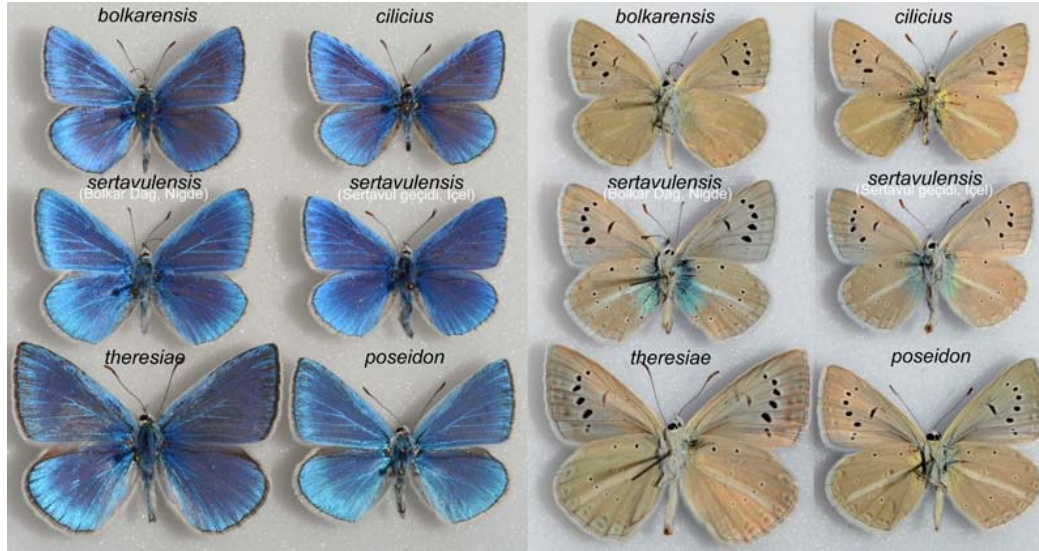
Şekil 2. *P. theresiae* kanat görünümü (sol: kanat üstü, sağ: kanat altı), Kaynak: Wiemers, 1998.



Şekil 3. Bir erkek bireyin çamurda mineral beslenmesi



Şekil 4. Bir erkek birey mavi hindiba sapında dinlenme anında



Şekil 5. Bazı *agrodiaetus* türlerinin kanat üstü ve kanat altı görünüşleri (Carbonell, 2012)



Şekil 6. Bir birey yaban nanesinde dinlenme anında

Kanat üstü *P. poseidon*'a çok benzemekte olup gök mavisine kaçan renktedir (Şekil 3, 4, 9). Ancak diğerine göre ön ve arka kanat üstü kenar bandında belirgin siyah pullanma mevcuttur. Ön ve arka kanat üstü iç kenar bandında daha geniş siyah pullanma ve genelde daha koyu renk hâkimdir (Şekil 4, 9). Yine türün kanat üstü Çokgözlü Büyük Bolkarmavisini (*P. cilicius*) andırsa da hem dağılış alanlarının farklı oluşu (Charmeux, 2008) hem de irilikleri nedeniyle tanı işlemini zor olmamaktadır. Saçaktan aşağıya doğru uzanan kısa siyah damarlara sahiptir. Kaideden iç kenara uzanan ve üstte çatallanan açık mavi damarlar göze çarpar. Saçakları beyaz tüylü ve gösterişlidir (Şekil 3).

Besin Bitkileri ve Davranışları

Konukçu bitkilerinin geven türleri (*Astragalus* sp.) olduğu bildirilmektedir. Türün tanımını yapan araştırmacılar genellikle geniş çam ağaçları altındaki gevenler üzerinde yumurtlama gözlemlediklerini bildirmişlerdir (Schurian ve ark., 1992). Karaçetin ve Welch (2011) ve Hasselbarth ve ark. (1995)'na göre *P. theresiae* 1300-1750 m arasında iğne yapraklı çoğunlukla karaçam (*Pinus nigra*) ormanlarındaki açıklıklar ve yol kenarlarındaki nemli topraklarda mineral alırken görülmektedirler.

Aeazi çalışmalarımız süresince *P. theresiae*'nin dişi bireyleri ve yumurtlama davranışları gözlenememiştir. Lokasyon 2'de ergin kelebeklere rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, 1150-1350 m arasındaki Lokasyon 1'deki gözlemlerde erkek bireylerin saat 10.00-14.00 arasında yol kenarındaki ıslak ve çamurlu alanlarda mineral aldıkları gözlenmiştir. Erkek bireyler mineral alma davranışını kısa aralıklarla yere çok yakın uçarak yer değiştirmek suretiyle yapmaktadırlar. Mineral alma dışında bazı bireylerin heyhülma (*Lythrum salicaria*), mavi hindiba (*Cichorium intybus*) ve yaban nanesi (*Mentha* sp.) çiçekleri üzerine kondukları ve dinlendikleri saptanmıştır. Gerek mineral alırken ve gerekse dinlenirken konuktan hemen sonra kanatlarını kapatmakta ve uçuncaya kadar açmamaktadırlar. Sahada diğer kelebeklerle rekabetçi bir davranış göstermemekte, yöreci ateş ve bakır kelebekleri (*Lycaena* sp.) tarafından rahatsız edildiklerinde ortamdaki uzaklaşmaktadırlar.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

A. theresiae diğer agro türlerine ve hatta yaygın gözlenen Çokgözlümavi, Çokgözlü Menekşemavisi ve Çokgözlü Küçükturanmavisine göre oldukça iri ve gösterişli bir kelebek türüdür (Şekil 8). Türün 15 yıl aradan sonra tip lokalite alanında yeniden gözlenmesi türün yaşadığının bir göstergesidir. Ancak gerek gözlem sahasının çok dar oluşu ve gerekse gözlenen birey sayısının çok az oluşu türün hala çok nadir ve endemik bir tür olduğunu kanıtlamaktadır. Doğa Derneği'nce tanımlanan ve türün de yaşadığı Feka Önemli Doğa Alanı'nda orman kesimi ve yoğun olarak inşa edilen baraj ve göletlerin en önemli tehditler olduğu vurgulanmaktadır (Ataol, 2006). Ancak bu çalışmada türün gözlendiği sahanın bu tehditlerden etkilenmediği; mesire yeri düzenlenmesi ve piknik amaçlı kullanımın türün geleceği için en önemli tehdit olduğu saptanmıştır. Diğer yandan Lokasyon 2'de yoğun ağaç kesimi yapıldığı, arazi içindeki ıslak vadilerde hayvan yemi üretimi için ot biçimi yapıldığı, büyükbaş hayvan otlatıldığı ve piknik alanı olarak kullanıldığı gözlenmiş olup bunun yalnız *P. theresiae* için değil fakat aynı zamanda diğer kelebek türleri için de önemli bir tehdit oluşturduğu gözlenmiştir.



Şekil 7. Çeşitli kelebeklerin mineral beslenmesi (sol üstten itibaren: *Polyommatus cornelius*, *Polyommatus theresiae*, *Tarucus balcanicus*, *Polyommatus thersites*)

Türkiye kelebekleri koruma stratejisi üzerine yapılan bir çalışmada *P. theresiae* şehirleşme ve yapılaşma nedeniyle endemik ve tehlike altındaki türlerden biri olarak korumada öncelikli tür listesinde yer almıştır (Karaçetin ve ark. 2011). Karaçetin ve ark.(2011)'nce dile getirilen bu yapılaşmanın bina, konut vb. amaçlı yapılaşma değil baraj yapıları ile rekreasyon ve tarımsal amaçlı bozulmaları kapsadığı düşünülmektedir.

Yine Karaçetin ve Welch (2011) tarafından Türkiye kelebekleri arasında B1ab(iii,v)+2ab(iii,v) ölçütüyle EN (tehlikede) statüsünde gösterilen *P. theresiae*'nin tehlike altında olduğu bu çalışmada yapılan gözlemlerle de anlaşılmaktadır. Bu nedenle, türün yayılış gösterdiği Lokasyon 1'in rekreasyon amaçlı kullanıma kapatılması; Lokasyon 2 ve Lokasyon 3'ü de kapsayacak şekilde bir koruma alanı belirlenmesine gidilmelidir. Bu yönde bir öneri 2006 yılında Wagener tarafından da yapılmıştır (Wagener, 2006).



Şekil 9. Mineral beslenmesinde bir erkek bireyin kanat üstü görünümü

P. theresiae ile ilgili bu çalışmada elde edilen veriler bu türün uçuğunun yeniden onaylanmasını sağlamış ve tür hakkında bazı ayrıntılı gözlemler yapılabilmektedir. Gelecek yıllarda türün biyolojisi ve ekolojisi hakkında (vücut yapısı, ergin ve larvaların besin bitkileri, üreme ve beslenme davranışları, popülasyon dinamikleri vb.) daha ayrıntılı bilgiler elde edilmesini sağlayacak çalışmalara gereksinim bulunmaktadır. Bununla birlikte tür için en yakın zamanda koruma planının hazırlanması düşünülmelidir. Bu amaçla Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 7. Bölge Müdürlüğü Doğa Koruma ve Sulak Alanlar Şube Müdürlüğü'nün liderliğinde bölgedeki üniversiteler ile doğa koruma ile ilgili çalışmalarda bulunan sivil toplum kuruluşları ortak projeler üretebilirler.

Sonuç olarak Saimbeyli'de yukarıda sözü edilen alanların Önemli Kelebek Alanı ilan edilerek koruma altına alınması bu türün geleceği üzerindeki tehditleri önleme açısından gerekli gibi gözükmektedir.

Teşekkür

Tür tanısındaki yardımları ve Şekil 4'teki görüntüyü kullanma izni vermesi nedeniyle Sn. Dr. Frédéric Carbonell'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Ataol, M. 2006. *Akdeniz Bölgesi, Feka ÖDA in Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Cilt 1 (Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T. ve Lise Y., Ed.), Doğa Koruma Derneği, Ankara.
- Aydın, A., Mutlu, S. ve Tunceli T. 2006. *Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Yeşilce - Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Cilt 2 (Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T. ve Lise Y., Ed.), Doğa Koruma Derneği: Ankara.
- Carbonell, F. 1994. Le complexed' *Agrodiaetus poseidon* Herrich-Schäffer (1851) en Turquie et au Liban. Description d'un nouvellesous-espèce d' *A. theresiae*. *Linneana Belgica* 14(6):291-302.
- Cebeci, Z., Çelik, M. ve Güvercin F. 2012. "Adana'nın Teresası", Adana Saimbeyli Observation Report at AdaMerOs Butterflies of Turkey site, 10.08.2012 (Retrieved from <http://www.adameros.org/EtkinlikDuyuru.asp?EtkinlikId=210&Tur=1> on 4th Nov, 2012)
- Charmeux, J. F. 2008. *Agrodiaetus cilicinus* nova species de Turquieméridionale (Lepidoptera: Lycaenidae). *Lépidoptères – Revuedes Lépidoptéristes de France* 17(41):128-130
- Eckweiler, W. 1995. *Polyommatus (Agrodiaetus) theresiaeguezelmavi* at Focus on Lycaenidae (Retrieved from <http://www.lycaena.de/guezelmavi.html> on 3rd Oct, 2012).
- Hesselbarth, G., Van Oorschot H. ve Wagener, S. 1995. Die Tagfalter der Türkeiunter Berücksichtigung der angrenzenden Länder. Bocholt 1-2: 1-1354, 3: 1-843. 3 Bde., 1354 S., 21 Tab., 75 Abb., 2 Farbkarten, 36 Farbtta 847 S., 128 Farbtaf., 13 Taf., IV +342 Verbreitungskarten (Bd. 3).
- Kandul, N. P. ve V. A. Lukhtanov. 1997. KaryotypeVariabilityandSystematics of Blue Butterflies of theSpeciesGroupsPolyommatus (*Agrodiaetus*) poseidonandPolyommatus (*Agrodiaetus*) dama(Lepidoptera, Lycaenidae). *Zoologicheskyy Zhurnal*, 76 (1): 63-69 .Jan 1997. 76: 63-69, 2 figs. [in Russian] (Ent. Rev. 77:256-262, 2 figs (English abstract retrieved from http://www.maik.ru/abstract/enteng/97/enteng0256_abstract.pdf on 3rd Nov, 2012).
- Karaçetin, E., ve Welch, H. J. 2011. *Türkiye'deki Kelebeklerin Kırmızı Kitabı*. Doğa Koruma Merkezi, 125 pp., Ankara, Türkiye.
- Karaçetin, E., Welch, H. J., Turak, A., Balkız, Ö. ve Welch, G. 2011. *Türkiye'deki Kelebeklerin Koruma Stratejisi*. Doğa Koruma Merkezi, 65 pp., Ankara, Türkiye.
- Kemal, M. ve Koçak, A. Ö. 2011. A synonymical, and distributional checklist of the Papilionoidea and Hesperioidea of East Mediterranean countries, including Turkey (Lepidoptera). *PRIAMUS – Serial Publication of the Centre for Entomological Studies* Ankara, Supplement Number 25.
- Olivier, A., Puplesiene, J., Van Der Poorten, D., De Prins, W. ve Wiemers, M. 1999. Sometaxa of the Polyommatus (*Agrodiaetus*) transcaspicusgroupwithdescription of a newspeciesfrom Central Anatolia (Lepidoptera: Lycaenidae). *Phegea* 27 (1): 1-24.
- Schurian, K. G., Van Oorschot, H. ve Van Den Brink, H. 1992. *Polyommatus (Agrodiaetus) poseidon* (H.-S.) und *Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae* sp. nov. ausder Türki (Lepidoptera: Lycaenidae). - *Nachr. ent. Ver. Apollo*, N.F. 12 (4): 217-232.
- Wagener, S. 2006. Butterfly Diversityand Protection in Turkey. *Bonner Zoologische Beitrage*, Band 54: 3-23.
- Wiemers, M. 1998. Images of *A. theresiae* at Morpbank. <http://www.morphbank.net/Browse/ByImage/?tsn=999000172>
- Wiemers, M. 2003. Chromosome differentiation and the radiation of the butterfly subgenus *Agrodiaetus* (Lepidoptera: Lycaenidae: *Polyommatus*) – a molecular phylogenetic approach. Dissertation, 202 pp., Bonn.
- URL1. 2012 Butterfly Watchers assist in the Anatolian Diagonal in Anatolian Diagonal Biodiversity Project Web site. (Retrieved from <http://eski.dkm.org.tr/anadolu-caprazi/en/kelebek-gozlemcileri.php> on 3rd Nov, 2012)

Hamsi ve Çaça Unu İçeren Yemlerin Yunus Çiklit (*Crytocara moorii* Boulenger, 1902) Yavrularının Büyümesi Üzerine Etkileri

Gaye DOĞAN ETYEMEZ¹, Özgür TÜMÜKLÜ SOYUTÜRK², Recep BİRCAN³

¹Sinop Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Su Ürünleri Bölümü, Akliman 57000 Sinop, TÜRKİYE

²Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Akliman 57000 Sinop, TÜRKİYE

³Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Akliman 57000 Sinop, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: gayedogan@gmail.com

Geliş Tarihi: 06.01.2013

Kabul Tarihi: 22.02.2013

Özet

Bu çalışmada, hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) ve çaça (*Sprattus sprattus* L.) unu ile hazırlanan yemlerin, yunus çiklit (*Crytocara moorii*) yavrularının büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı üzerine etkileri araştırılmıştır. Üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada, başlangıç ortalama ağırlığı $0,247 \pm 0,00$ olan yavru balıklar, su sıcaklığı $24,3 \text{ }^\circ\text{C}$ olan 20 L su hacmine sahip 6 adet akvaryuma stok yoğunluğu 10 adet balık/akvaryum olacak şekilde konulmuştur. Yunus çiklit balığının besin ihtiyaçlarına göre hazırlanmış izonitrojenik (% 45 protein) ve izolipidik (% 20 yağ) olarak formüle edilmiş iki ayrı deneme yemi ile balıklar 12 hafta süreyle günde iki kez yemlenmişlerdir. Deneme sonunda en iyi canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı ve protein dönüşüm randımanı, çaça unu ile hazırlanan yemle beslenen gruptan elde edilmiş ve hamsi unu ile hazırlanan yemle beslenen gruba kıyaslandığında aradaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yunus çiklit, *Crytocara moorii*, Hamsi unu, Çaça unu, Büyüme

The Effects of Diets Containing Anchovy and Sprat Fish Meal on Growth of the Blue Dolphin Cichlid (*Crytocara moorii* Boulenger, 1902) Fry

Abstract

In this study, the effects of diets prepared with anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) and sprat (*Sprattus sprattus* L.) fish meals on the growth of the blue dolphin cichlid (*Crytocara moorii*) fry was determined. At the start of this study, which was randomly assigned to triplicate groups, fry with an average weight of $0,247 \pm 0,00$ g were stocked in 6 aquariums with a water temperature of $24,3 \text{ }^\circ\text{C}$ and a volume of 20 liters at a rate of 10 fish / aquarium. Two experimental diets which were formulated in accordance with the needs of the fish feed in both isonitrogenic (45 % protein) and isolipidic (20 % lipid); fish were fed 2 times a day for 12-week period. At the end of this trial period; the best weight gain, specific growth rate, feed conversion rate and protein efficiency ratio were all obtained in the group fed with the sprat fish meals and a statistically significant difference ($p < 0,05$) was detected when the results obtained from this group were compared with the results obtained from the group fed with the anchovy fish meals.

Keywords: Blue dolphin cichlid; *Crytocara moorii*; Fish meal; Growth

GİRİŞ

Son yıllarda ülkemizde akvaryum sektöründe büyük gelişmeler olmuş ve akvaryum balıkları üretimi, su ürünleri üretiminde hakettiği yeri almaya başlamıştır. Özellikle Akdeniz iklim kuşağının hüküm sürdüğü bölgeler bir çok akvaryum balığı yetiştiriciliği için oldukça uygundur. Bu balık türlerinin başında da akvaryum dünyasının en ilgi çekici balıklarından biri olan çiklitler gelmektedir (Wisenden, 1994).

Yunus çiklit, yumurtalarını ve yavrularını koruma amaçlı ağzında taşıyan cichlidae ailesine dahil Afrika-Malawi Gölü orijinli bir türdür. Genellikle, akvaryum hobisinde *Cyrtocara moorii* olarak bilinmektedir. Bu tür önceleri Haplochromis sınıfında, *Haplochromis moorii* ismiyle sınıflandırılmış, ancak daha sonra *Cyrtocara* genusuna dahil edilmiştir (Anonim, 2010). Yunusa benzeyen kafa yapısı nedeniyle mavi yunus ismiyle de anılan bu tür Malawi Gölü'nün en değerli türlerinden biridir. Bu türün, doğada 25 cm'ye, akvaryum şartlarında ise 20 cm'ye ulaştığı rapor edilmektedir. Bu balıklar sığ kesimde kayalık bölgede yaşadıklarından akvaryumda kaya dekorasyonu uygulaması, bu türü üretebilmek için tavsiye edilmektedir. Çiklit ailesine mensup türler farklı hayat ortamlarında yaşadıklarından çevre şartlarına ve ekolojik özelliklere diğer balık türlerine oranla daha fazla uyum sağlama yeteneğindedirler. Yaşamları için 22-28 °C arasındaki su sıcaklığı ve canlı yemleri (*Tubifex tubifex*, *Enchytraeus albidus*, *Daphnia* sp., *Cyclops* sp., *Artemia salina* naupliileri) tercih ederler (Altınköprü., 1981; Riehl ve Baensch., 1985). Temel besinlerini sesil (epifitik) algler, küçük Crustacea ve Artropoda grupları oluşturmaktadır (Mckaye ve Marsh, 2004).

Kültür balığı yetiştiriciliğinde olduğu gibi akvaryum balıkları yetiştiriciliğinde de optimum büyüme için türe özgü besin ihtiyaçlarının bilinmesi önemlidir. Ayrıca, akvaryum balığı yemlerinin diğer kültür balığı yemlerinden oldukça pahalı olması rasyon üzerinde gereken hassasiyetin gösterilmesini gerektirmektedir. Bunun yanında akvaryum balıklarını doğal beslenme alışkanlıklarına yakın besleme ve yemin cezbedici özellik taşıması da önemli bir sorundur. Bu nedenlerle akvaryum balıkları için uygun yemlerin hazırlanması akvaryum sektörü için büyük önem taşımaktadır (Erdoğan ve Ölmez, 2009).

Günümüzde yetiştiriciliği yapılan çoğu balık türünün, gelişme evrelerine göre protein oranı değişmekle beraber, yüksek protein içeren yemlere ihtiyacı bulunmaktadır. Bu amaçla balık yemlerinin hazırlanmasında, başlıca hayvansal protein kaynağı olarak

yüksek besin değeri ve lezzete sahip balık unu tercih edilmektedir (Uysal ve Berkcan, 2006).

Türkiye balık unu fabrikaları, bol miktarda bol miktarda avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balığının değerlendirilmesi için Karadeniz Bölgesi'nde kurulmuştur. Hamsinin yılın belli aylarında yoğun olarak avlanması tüketimin yaygınlaştırılmasında önemli sorunlar oluşturmaktadır. Hamsinin taze veya işlenmiş halde tüketiciye ulaştırılmasında soğuk zincirin yeterli olmayışı, tüketimin yıl içine yayılması yerine, avcılık sezonu ile sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Balık unu ve yağı fabrikalarının tamamen hamsiye bağlı olarak üretim faaliyetlerini sürdürmeleri, bu sektörün uzun vadede verimsiz çalışmasına sebep olmakta ve gereksinim duyulan balık unu miktarı karşılanamamaktadır (Yıldırım, 2006). İç tüketim için gerekli olan balık ununun büyük bir kısmının ithalat yoluyla sağlanması da döviz fiyatlarındaki artışa bağlı olarak yem fiyatlarına da yansımaktadır.

Türkiye açısından hamsi stoklarının üzerindeki baskının azalması ve Türkiye'nin gereksinim duyduğu balık ununun karşılanabilmesi için yeni hammadde kaynaklarının araştırılması gerekmektedir. Balık unu elde etmek için alternatif tür yine Karadeniz'den avlanmakta olan çaça (*Sprattus sprattus*) balığıdır (Kalaycı ve ark., 2006). Çaça balığı Türkiye'de taze olarak pazara sunulmamaktadır. Pazarı olmadığı için avlanamayan bu balık son yıllarda orta su trolleri ile avlanıp fabrikalara satılmaktadır. Silaj olarak da kullanılan çaça'da % 74.3 su, % 16.7 ham protein, % 6.4 ham yağ ve % 2.6 kül bulunmaktadır.

Bu çalışmada, her geçen gün miktarı azalan ve bu sebeple fiyatı artan hamsi unu yerine çaça ununun kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sebeple ticari değeri yüksek akvaryum balıklarından biri olan yunus çiklit yavruları model canlı olarak kullanılmış ve çaça unu ile hazırlanan yemin büyüme parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma yemleri

Farklı hayvansal protein kaynağı kullanılarak hazırlanan HU ve ÇU yemleri izonitrojenik ve izolipidik olacak şekilde formüle edilmiştir. HU yeminin yapımında ana protein kaynağı olarak hamsi unu, ÇU yeminin yapımında ise çaça unu kullanılmıştır. Araştırma yemlerinde kullanılan hamsi unu ve çaça ununun besin madde içerikleri Tablo 1’ de, araştırma yemlerinin kimyasal kompozisyonu ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Hamsi ve çaça ununun besin madde içerikleri (g /100 g)

| | Hamsi unu | Çaça unu |
|---|-----------|----------|
| Besin maddesi kompozisyonu (g 100 g⁻¹) | | |
| Kuru madde | 92.2 | 94.2 |
| Ham protein | 72.2 | 67.7 |
| Ham yağ | 9.6 | 14.1 |
| Ham kül | 9.4 | 11.5 |
| Ham selüloz | 0.9 | 0.8 |

Yemlerinin yapımında kullanılacak hammaddeler öncelikle büyüklükleri farklı maddelerin homojen bir şekilde karışımını sağlamak amacıyla öğütülmüş ve daha sonra 500 µm'lik bir elekten eilenmiştir. Yem hammaddeleri ayrı ayrı tartılarak karıştırma işleminin yapıldığı kap içerisine konulmuş, 10 dk süreyle karıştırılmış ve üzerine balık yağı ilave edilerek 10 dk daha karıştırılmaya devam edilmiştir. Daha sonra kuru hammadde ağırlığının % 35’i oranında musluk suyu ilave edilmiş ve 15 dk süreyle karıştırılmıştır. Kıyma makinesinden geçirilerek hazırlanan yaş pelet yemler 70 °C’de yaklaşık % 90 kuru madde elde edilinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan yemler uygun pelet büyüklüğü elde edilinceye kadar rondodan geçirilerek parçalanmış, elenmiş ve paketlenerek kullanım öncesine kadar -20 °C’de depolanmıştır.

Tablo 2. Araştırma yemlerinin yapısı ve kimyasal kompozisyonları

| | Araştırma Yemleri | |
|--|-------------------|--------|
| | HU | ÇU |
| <i>Ham maddeler (g kg⁻¹ diet)</i> | | |
| Hamsi unu | 470 | - |
| Çaça unu | - | 505 |
| Soya proteini | 40 | 40 |
| Soya küspesi | 150 | 150 |
| Mısır unu | 50 | 50 |
| İrmik altı unu | 136.5 | 131.5 |
| Balık yağı | 150 | 120 |
| Vit-Min. Karması ¹ | 3.5 | 3.5 |
| <i>Besin maddesi kompozisyonu (g 100 g⁻¹)</i> | | |
| Nem | 4.734 | 3.834 |
| Kuru madde | 95.266 | 96.166 |
| Ham protein | 45.010 | 45.225 |
| Ham yağ | 20.901 | 20.506 |
| Ham kül | 7.372 | 7.945 |
| Toplam enerji (kcal g ⁻¹) | 5.41 | 5.40 |

¹Vitamin karması (mg veya IU kg⁻¹ yem); vitamin A, 31 250 IU; vitamin D₃, 6 250 IU; vitamin E, 500 mg; vitamin K₃, 25 mg; vitamin B₁, 37.5 mg; vitamin B₂, 62.5 mg; niacin, 500 mg; Calcium panthothenate, 60 mg; vitamin B₆, 50 mg; vitamin B₁₂, 0.05 mg; folic acid, 20 mg; vitamin C, 525 mg; inositol, 500 mg; d-biotin, 1.25 mg. Mineral karması (mg kg⁻¹ yem); Mn, 100 mg; Zn, 375 mg; Cu, 25 mg; Cobalt, 25 mg; I, 15 mg; Se, 1.5 mg.

Araştırma planı

Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Ünitesi'ndeki 6 adet cam akvaryumda (20 x 45 x 50cm) gerçekleştirilen araştırmada, aynı birimdeki yunus çiklit (*C. moorii*) damızlıklarından elde edilen, yunus çiklit yavruları kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan yavrular 2 hafta süreyle canlı yemle beslenmişlerdir. Üç tekerrür olarak planlanan araştırmada, ortalama ağırlığı $0,247 \pm 0,00$ g olan yavru balıklardan her bir akvaryuma 10 adet olmak üzere, toplam 60 adet stoklanmıştır. Akvaryumlarda yeterli oksijen sağlanması için her bir akvaryuma hava taşı konulmuştur.

12 hafta süren araştırmada, balıklar elle ve görülebilir doygunluk sınırına kadar sabah ve akşam (09:30, 16:30) olmak üzere günde iki kez araştırma yemleriyle yemlenmiştir. Araştırma süresince su sıcaklığı sabah ve akşam ölçülmüş ve ortalama $24,3 \pm 0,08$ °C olarak tespit edilmiştir. Çözünmüş pH ve oksijen değeri iki haftada bir YSI marka Professional Plus su ölçüm cihazı ile ölçülmüş ve sırasıyla ortalama 8 ve 6,04 mg/l olarak tespit edilmiştir. Araştırma boyunca akvaryumlardaki dışkı ve yem artıkları günlük olarak sifonlama tekniği ile ortamdan uzaklaştırılmış, eksilen su miktarı aynı

sıcaklık ve miktardaki su ile tamamlanmıştır. Araştırmada kullanılan balıklar, büyümenin kontrolü amacıyla araştırma sonuna kadar 15 günde bir tartılmıştır.

Araştırma yemlerinin besin madde analizleri AOAC (1995) metoduna göre belirlenmiştir. Araştırma sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde varyans analizi (ANOVA), grup ortalamalarının karşılaştırılmasında ise Duncan testi uygulanmıştır. Analiz verileri Minitab 15 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmada elde edilen büyüme ve yem değerlendirme performanslarına ait parametreler Tablo 3'de verilmiştir. Araştırma başlangıcında HU ve ÇU gruplarındaki bireylerin ortalama başlangıç canlı ağırlığı sırasıyla $0,24 \pm 0,00$ g ve $0,24 \pm 0,00$ g olarak saptanmış ve yapılan varyans analizi sonuçlarına göre başlangıç ağırlıklarının homojen olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonunda, varyans analizi sonuçlarına göre HU ve ÇU gruplarının canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı arasındaki farkın önemli olduğu ($p < 0,05$) saptanmıştır. Araştırma süresince her iki gruptaki yavru balıklara doyuncaya kadar yem verilmiş ve verilen toplam yem miktarları belirlenmiştir.

Tablo 3. Araştırma yemleriyle beslenen yunus çiklit yavrularının büyüme ve yem değerlendirme performansları

| | Araştırma Grupları | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| | HU | ÇU |
| Araştırma başı ağırlık (g) | 0,24±0,00 | 0,24±0,00 |
| Araştırma sonu ağırlık (g) | 0,87±0,00 ^a | 1,08±0,02 ^b |
| Canlı ağırlık artışı (%) ¹ | 254,50±4,62 ^a | 338,61±6,86 ^b |
| Spesifik büyüme oranı (SBO%) ¹ | 1,40±0,01 ^a | 1,64±0,01 ^b |
| Yem tüketimi (g/balık) | 1,361±0,10 ^a | 1,42±0,19 ^a |
| Yem değerlendirme oranı (YDO) ³ | 2,17±0,12 ^a | 1,70±0,08 ^b |
| Protein değerlendirme randımanı (PDR) ⁴ | 1,02±0,05 ^a | 1,30±0,06 ^b |
| Yaşama oranı (%) | 100 ^a | 100 ^a |

Aynı satırda farklı üstel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$). Değerler (ortalama±standart hata), üç tekerrürün ortalamasıdır.

Canlı ağırlık artışı = [(Araştırma sonu ortalama balık ağırlığı, g - Araştırma başı ortalama balık ağırlığı, g) / Araştırma başı ortalama balık ağırlığı] x 100 (1)

Spesifik büyüme oranı = $100 \times [\ln(\text{Araştırma sonu balık ağırlığı, g}) - \ln(\text{Araştırma başı ortalama balık ağırlığı, g})] / \text{Araştırma süresi}$ (2)

Yem değerlendirme oranı = Yem tüketimi, g / canlı ağırlık artışı, g (3)

Protein değerlendirme randımanı = Canlı ağırlık artışı, g / ham protein tüketimi, g (4)

Araştırma sonunda elde edilen, toplam canlı ağırlık artışı ve tüketilen yem miktarından yararlanılarak gruplara ait yem değerlendirme oranları tespit edilmiştir. Yem tüketimi bakımından gruplar arasındaki fark önemli bulunmuş da Tablo 3’de görüldüğü gibi yem değerlendirme oranları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). En iyi protein değerlendirme oranı çaçı unu ile hazırlanan yemle beslenen gruptan elde edilmiş ve protein değerlendirme oranını bakımından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Bu araştırmada, hamsi unu ve çaçı unu içeren yemlerin yunus çiklit yavrularının büyüme performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan literatür taramalarında yunus çiklit konusunda bu araştırma ile benzer özelliklerde olan bugüne kadar yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Dünya genelinde de bilimsel düzeydeki araştırma ve makaleler genellikle bu familyaya ait farklı türler üzerinde yapılmıştır. Dolayısıyla elde edilen sonuçları mukayese etme imkanının sınırlı olması sebebiyle burada bir fikir verebilmesi bakımından farklı türler ile yapılan araştırmalara yer verilmiştir. Cichlidae familyası üyelerinden en çok çalışılan türler; tilapya (*Oreochromis niloticus*), zebra çiklit (*Cichlosoma nigrofasciatum*), melek balığı (*Pterophyllum scalare*), diskus (*Symphysodon discus*), ahli çiklit (*Sciaenochromis ahli*) ve sarı prenses (*Labidochromis caeruleus*) ‘dir.

Ergün ve ark., (2010) sarı prenses (*L. caeruleus*) balığının optimum protein ihtiyacını inceledikleri araştırmalarında, 0,85 g ağırlığındaki balıkları protein oranları % 30 ile % 45 arasında değişen dört farklı eşit enerjiye sahip yemlerle, 8 hafta süre ile beslemişlerdir. Araştırma sonunda elde edilen bulgular, yemdeki protein oranının balıkların deneme sonu ağırlıklarını, ağırlık artışlarını, spesifik büyüme oranını ve yemden yararlanmayı önemli derecede etkilediğini, gruplar içerisinde en iyi büyümenin %40 protein içeren yemde görüldüğünü ancak % 35 ve % 45 proteinli yemlerle beslenen balıklarla bu grup arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Ahli çiklit yemlerindeki optimum protein oranının araştırıldığı bir çalışmada ise Güllü ve ark., (2008) % 35, 40, 45 ve 50 düzeylerinde protein oranına sahip yemlerle ortalama ağırlıkları $0,50 \pm 0,01$ g olan yavru ahli çiklitleri 12 hafta boyunca beslemişlerdir. Araştırmada en iyi büyüme, yem değerlendirme ve protein kullanımı için ahli çiklit yemlerindeki protein oranını % 39-40 olarak tavsiye

etmişlerdir. Mevcut çalışmada kullanılan yemlerin protein oranları, yukarıda özetlenen araştırmalar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Gümüş ve ark., (2009a) yavru tilapya (*O. niloticus*) yeminde orkinos karaciğerunun değerlendirilmesini incelemişlerdir. Bu çalışmada, yan ürün olarak açığa çıkan orkinos karaciğeri un haline getirilerek balık unu yerine kullanılabilirliği araştırılmıştır. Araştırma sonunda, büyüme ve yem değerlendirmede olumsuz bir etkiye neden olmaksızın tilapya yavru yemlerinde balık unu yerine % 30'a kadar orkinos karaciğerunun ilave edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) yavru yeminde gümüş balığı (*Atherina boyeri*) ununun balık unu yerine kullanımını araştıran Gümüş ve ark., (2009b) hazırladıkları beş farklı rasyon ile (gümüş balığı unu oranları % 0, 25, 50, 75 ve 100) yavruları 90 gün süreyle beslemişlerdir. Deneme gruplarında büyüme, kondisyon faktörü, hepatosomatik indeks ve visserosomatik indeks değerlerini belirlenmişler ve elde edilen sonuçlara göre % 75'e varan oranda balık unu yerine gümüş balığı unu ilave edilmiş rasyonların yavruların büyümesini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir ($p < 0.05$). Yukarıda ifade edilen çalışmaların dışında tüy unu, tavuk kesim atıkları unu, gambusya unu gibi hayvansal kökenli hammaddeler ile çeşitli balık türlerinde yapılan çalışmalar (Gaber 1996, Abdelghany 2003, Yang ve ark. 2006, Arunlertaree ve Moolthongnoi 2008; Ahmad 2008) mevcuttur.

Yapılan araştırma sonunda hamsi unu ve çaça unu ile hazırlanan yemlerle beslenen yunus çiklit yavrularının büyüme performansı ve yem değerlendirme bakımından istatistiksel olarak birbirinden farklı ($p < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. En iyi canlı ağırlık artışı ($338,6 \pm 6,86$) spesifik büyüme oranı ($1,64 \pm 0,01$) ve yem değerlendirme sayısının ($1,70 \pm 0,08$) çaça unu ile hazırlanan yemle beslenen gruptan elde edilmiş olması, çaça ununun yunus çiklit yavrularının gelişimi için hamsi ununa kıyasla daha uygun olduğunu göstermiştir. Bu durumun çaça ununun protein kalitesinin daha iyi olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Hamsi unu, daha çok su ürünleri yetiştiriciliği olmak üzere tavukçuluk ve domuz yetiştiriciliğinde de kullanılmaktadır. Çaça ununun yem sektörüne kazandırılmasıyla severek tüketilen bir tür olan hamsi korunmuş ve birinci derecede insan tüketimi için kullanımı sağlanmış olunacaktır.

Sonuç olarak, çaça unu balık yemlerinde hamsi balık unu yerine kullanılabilen alternatif bir hayvansal protein kaynağı olarak tavsiye edilebilir. Ancak bu konu ile ilgili farklı balık türlerinde de, daha ayrıntılı çalışmaların yapılması, yemlerde kullanılan balık unlarının amino asit ve yağ asiti içeriğinin incelenmesi gerekmektedir. Böylece yeterince değerlendirilmeyen çaça balığı stoklarının değerlendirilmesiyle balık unu ve yağı fabrikalarının sürdürülebilir gelişimi sağlanmış, aynı zamanda da hem süs balıkçılığı hem de kültür balıkçılığının geleceğine yönelik alternatif çözümler üretilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdelghany, A.E., 2003. Partial and complete replacement of fish meal with gambusia meal in diets for red tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O.mosambicus*). *Aquaculture Nutrition* 9, 145-154.
- Ahmad, M.H., 2008. Evaluation of gambusia, *Gambusia affinis*, fish meal in practical diets for fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of The World Aquaculture Society* 39, 243-250.
- Altınköprü, T., 1981. Akvaryum balıklarının üretilmesi, Nur matbaası, İSTANBUL. S54-65
- Anonim, 2010. <http://www.fishbase.org/summary/Cyrtocara-moorii.html>. (09/11/2012).
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1995. *Official Methods of Analysis* 16th edn. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Arunlertaree, C ve Moolthongnoi, C., 2008. The use of fermented feather meal for replacement fish meal in the diet of *Oreochromis niloticus*. *Environment and Natural Resources Journal* 6, 13-24.
- Erdoğan, F., Ölmez, M., 2009. Kanola Küspesinin Melek Balığının (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein 1823) Büyüme, Somatik İndeksler ve Vücut Kompozisyonuna Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15(2), 181-187.
- Ergün, S., Güroy, D., Tekeşoğlu, H., Güroy, B., Çelik, İ., Tekinay, A.A, Bulut, M., 2010. Optimum dietary protein level for blue streak hap, *Labidochromis caeruleus*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10, 27-31
- Gaber, M.M., 1996. Partial and complete replacement of fish meal by poultry by-product and feather meal in diets of Nile tilapia, (*Oreochromis niloticus* L.). *Annals of Agriculture Science of Moshtohor* 35, 203-214.
- Güllü, K., Güroy, D., Çelik, İ. ve Tekinay, A.A., 2008. Optimal dietary protein levels in juvenile electric blue cichlid (*Sciaenochromis fryeri*). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 60, 261-267.
- Gümüş, E., Erdoğan, F., Kaya, Y., Erdoğan, M., 2009a. Tilapia (*Oreochromis niloticus* L. 1758) yavru yeminde orkinos karaciğerunun değerlendirilmesi. XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz 2009, Rize.
- Gümüş, E., Özen, M.R., Balcı B.A., İkiz, R., Aydın, B., 2009b. Aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) yavru yeminde gümüş balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810) unu kullanımının karaciğer histolojisi üzerine etkisi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 26, 29-33.
- Kalaycı, F., Bilgin, S., Samsun, O., Samsun, N., 2006. Orta Karadeniz’de Avlanan Çaça (*Sprattus sprattus phalericus* Risso, 1826) Balığı Stoğunun Genel Durumu ve Balık Endüstrisi İçerisindeki Yerinin Araştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 23, 449-455.
- Mckaye, KR., Marsh, A., 2004, Food Switching by Two Specialized Algae-Scraping Cichlid Fishes in Lake Malawi, Africa, 1983, *Oecologia*, Volume: 56, Issue: 2-3, Pages: 245-248.
- Riehl, R., Baensch, H.A., 1985. *Aquarium atlas*, J.Fac.Mar.Sci. technology.Tokai university Tokaidai Kryo, no:24 pp.133-140.
- Uysal, N ve Berkcan, S., 2006. Tilapya Balığı (*Oreochromis niloticus* L.) yavrularının balık unu yerine farklı oranlarda soya unu ilave edilen yemlerle beslenmesinin büyüme parametrelerine etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 12, 93-100.

- Wisenden, B.D., 1994. Factors affecting reproductive success in free-ranging convict cichlids (*Cichlasoma nigrofasciatum*). *Canadian Journal of Zoology*, 72, 2177-2185.
- Yang, Y., S. Xie, Y. Cui, X. Zhu, W. Lei and Y. Yang, 2006. Partial and total replacement of fish meal with poultry by-product meal in diets for gibel carp, *Carassius auratus gibelio* Bloch. *Aquaculture Research* 37, 40-48.
- Yıldırım, Ö., 2006. Sinop İli Balık Unu-Yağı Fabrikalarının Mevcut Durumu ve Türkiye Balık Unu-Yağı Üretimindeki Yeri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (2), 197-203

Maraş Mavisi (*Polyommatus (Agrodiaetus) maraschi*) (Lycaenidae: Lepidoptera)'nin Adana İli İçin İlk Kaydı

Zeynel CEBECİ¹, Erol ATAY², Turgut SARIGÜL³, Süleyman SALKUTLU³,
Mehmet ÇELİK³, İrfan İŞLEK³

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik ABD, 01330, Adana, TÜRKİYE

²Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antakya-Hatay, TÜRKİYE

³AdaMerOs Kelebek Türkiye, Kelebek Gözlem Topluluğu, Osmaniye, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: zcebeci@cu.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.12.2012

Kabul Tarihi: 12.01.2013

Özet

Maraş mavisi (*Polyommatus (Agrodiaetus) maraschi*) Lycaenidae ailesinin Polyommatus kabilesinden endemik bir kelebek türüdür. Kahramanmaraş, Kayseri ve Sivas illerinde dağılışı gösterdiği bildirilen takson Adana'da Temmuz 2012 başında yapılan saha gözlemlerinde ilk kez kayıt altına alınmıştır. Taksona ait bireyler Adana'nın Saimbeyli ilçesinde (20 km KD) 1500-1700 m arasındaki yükseltide bulunan karaçam (*Pinus nigra*) ormanı açıklarında gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maraş Mavisi, *Polyommatus maraschi*, Lycaenidae

The First Record of Marash's Blue (*Polyommatus (Agrodiaetus) maraschi*) (Lycaenidae: Lepidoptera) in Adana Province of Turkey

Abstract

Marash's Blue (*Polyommatus (Agrodiaetus) maraschi* Forster, 1956) is an endemic butterfly species from Polyommatus tribe of Lycaenidae family. The taxon was recorded for the first time in begin of July 2012 in Adana Province in addition to its previously reported distributional locations from Kahramanmaraş, Kayseri and Sivas Provinces in Turkey. The specimens of the taxon have been observed in a clearing of black pine (*Pinus nigra*) forest in the elevation of 1500-1700 m in Saimbeyli District (ca. 20 km NE) of Adana Province.

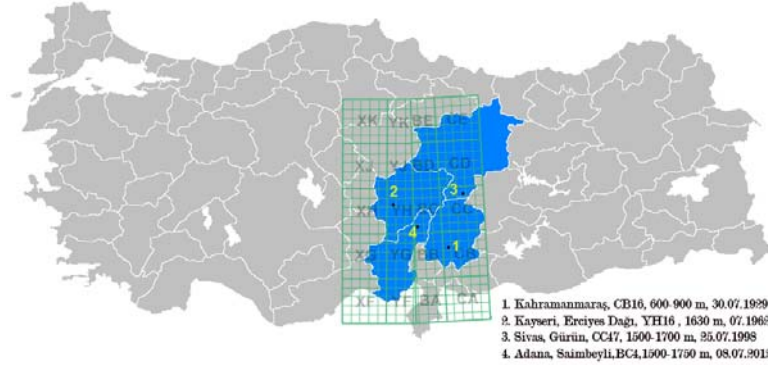
Keywords: Marash's Blue, *Polyommatus maraschi*, Lycaenidae

GİRİŞ

Maraş mavisi (*Polyommatus (Agrodiaetus) maraschi* (Forster, 1956)) Lycaenidae ailesinin Polyommatus kabilesinden endemik bir kelebek türüdür. Bu takson ilk kez Çokgözlü damon'un (*Polyommatus damon*) yeni bir alt türü olarak (*Polyommatus damon maraschi* ssp. nov.) şeklinde tanımlanarak Kahramanmaraş'tan 15-30 Haziran 1929 tarihli holotip ve allotip görüntüleriyle yayınlanmıştır (Forster, 1956). Sonraki yıllarda de Lesse (1961) tip lokalitenin 170 km batısındaki Erciyes Dağı'nda (Harita 1'de 2 nolu lokasyon) topladığı bir örnekte haploid kromozom sayısını $n=16$ olarak saptamıştır. Takson, Koçak (1979) tarafından tür düzeyinde listelenmiştir. Bununla birlikte Hesselbarth ve ark. (1995) bu taksonu Wagner'in Çokgözlüsünün (*P. wagneri*) bir sinonimi olarak, Eckweiler ve Häuser (1997) ise resimli *Agrodiaetus* listesinde Firdevs'in Çokgözlüsünün (*A. firduissi*) bir alt türü olarak listelemişlerdir.

Wiemers (2003) tip lokalite kaydının yapıldığı yerin 140 km kuzeyinde Sivas'ta (Gökpınar - Gürün, 25 Temmuz 1998, 1700 m, Şekil 1'de 3 nolu lokasyon) yakınlarında topladığı bir örnekte de Lesse (1962)'nin bulgusunu doğrulayarak kromozom sayısını $n=16$ olarak bildirmiştir. Wiemers (2003) bu çalışmasında Hesselbarth ve ark. (1995)'nin kromozom sayılarından hareketle bu taksonu *P. wagneri*'nin bir sinonimi olarak gördüklerini ileri sürerek tip lokaliteye 130 km uzaklıkta Sivas'tan almış oldukları örnekten de Lesse (1962)'nin bildirdiği gibi kromozom sayısını ($n=16$) saptayarak tür düzeyinde incelemiştir.

Wiemers (2003)'e göre çok benzer fenotipleri ve karyotipleri itibariyle sistematığı henüz tam olarak anlaşılammış *Polyommatus*'lar arasında bulunan *P. maraschi* türleşmenin hala erken safhalarında olup genetik olarak Erzincan ve Van'da dağılışı gösteren *P. altivagans* (Lacivert Azari Çokgözlüsü)'a hemen hemen özdeş gibi gözükmektedir. Son yıllarda yapılan bir araştırmaya göre de *P. ciscaucasicus* ($n=15-16$), *P. shamil* ($n=17$, Dağıstan), *P. merhaba* (Çokgözlü Selammavisi) ($n=17$, K.D Anadolu), *P. Wagneri* (Wagner'in Çokgözlüsü) ($n=18$, Türkiye) ve *P. maraschi* ($n=16$, Türkiye) türlerinin dağılışı açısından allopatrik; fenotip olarak benzer, karyotip olarak aynı veya yaklaşık kromozom sayılarına sahip oldukları bildirilmektedir (Lukhtanov ve ark., 2008). Nitekim Wiemers (2007) moleküler düzeyde yapmış olduğu son çalışmasında *P. altivagans*, *P. damocles*, *P. ectabanensis*, *P. gorbunovi*, *P. kanduli*, *P. maraschi* ve *P. wagneri* türlerini kardeş türler olarak saymıştır.



Şekil 1. Maraş mavisinin (*Polyommatus (Agrodiaetus) maraschi*) yayılış alanları

Kemal ve Koçak (2011)'a göre, Kahramanmaraş, Kayseri ve Sivas illerinde dağılış gösterdiği bildirilen *P. maraschi*'nin 8 Temmuz 2012'de yapılan saha gözlemlerimizle Saimbeyli ilçesinde de varlığı saptanmış ve türün Adana'da da uçtuğu ilk kez kayıt altına alınmıştır. Bu çalışmada, türün dağılışı, habitatı, bazı fenotip özellikleri ve davranışları hakkında elde edilen gözlem bulguları tartışılmaktadır.

MATERYAL ve METOTLAR

Adana İli'nin kuzeyinde yer alan Saimbeyli İlçesi, Türkiye'de mevcut en önemli 10 kelebek alanından biri durumunda olup 11 endemik ve 15 nadir tür için önemli yaşam alanlarına sahiptir (Wagner, 2006). AdaMerOs Kelebek Gözlemcileri ve Fotoğrafçıları Topluluğu (adameros.org) üyeleri bu önemli kelebek alanında dağılış gösteren kelebek türlerini tespit etmek ve raporlamak için muhtelif tarihlerde gözlemler yapmışlardır. Topluluk üyeleri 2012 yılında söz konusu alandaki *Polyommatus* türlerini tespit etmeyi hedefleyerek Haziran sonu-Ağustos başı arasında belli aralıklarla saha çalışmalarında bulunmuştur.

Saha çalışmalarının ilki 21 Haziran 2012, ikincisi 29 Haziran 2012, üçüncüsü 8 Temmuz 2012 ve dördüncüsü ise 8 Ağustos 2012 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir.

Saimbeyli'de *P. maraschi* bireyleri 8 Temmuz 2012'de gerçekleştirilen arazi çalışmasında gözlenmiştir. Bu lokasyon türün bilinen dağılış alanlarının güneyinde yer almakta olup daha önce gözlem kaydı yapılan Kayseri'ye kuş uçuşu 100 km; Gürün'e

140 km, Maraş'a 50 km mesafede bulunmaktadır. Tablo 1'de ayrıntıları görülen alanlardan ikinci ve üçüncü alanlarda türe ait iki bireyin uçtuğu gözlenmiş, fotoğraflanmış ve davranışları izlenmiştir. Gözlenen bireylerin Wagner'in Çokgözlüsü (*P. wagneri*) veya Firdevs'in Çokgözlüsü (*P. firdussii*) olabileceği düşünülmüş ancak daha sonra gerek Morphbank'ta kuru örnek tarama görüntüleriyle yapılan karşılaştırmalar ve gerekse konu uzmanı Wiemers'in tanılarıyla gözlenen bireylerin Maraş mavisi (*P. maraschi*) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Gözlem alanlarına ait lokasyon bilgileri

| Alanlar | Koordinatlar | Tarih/Zaman | Yükselti |
|---------|----------------------------|---------------------|----------|
| 1. Alan | 38° 2'42.01"K36° 9'42.92"D | 2012-07-08 10:23:00 | 1634 m |
| 2. Alan | 38° 2'39.79"K36° 9'46.85"D | 2012-07-08 10:35:56 | 1650 m |
| 3. Alan | 38° 2'35.67"K36° 9'52.11"D | 2012-07-08 10:57:08 | 1680 m |
| 4. Alan | 38° 3'6.79"K 36° 8'1.46"D | 2012-07-08 13:09:25 | 1490 m |

GÖZLEMLER ve BULGULAR

Maraş mavisinin kanat açıklığı 26-28 mm olup kanat altı bej renktedir. Arka kanat altında kenar altı benek dizilimi düzenli olmadığı gibi eksik de olabilmektedir (Şekil 2,3). Arka kanat üstünde beyaz agro şeridi benzer diğer *Polyommatus* türlerine göre kısmen geniş olup kenar altında genişlemektedir. Kanat üstü erkeklerde parlak gök mavi iken dişilerde kahverengidir. En çok Wagner'in Çokgözlüsüne (*P. wagneri*) benzemekte, hatta saha koşullarında fenotip ayrımları oldukça güç olmaktadır. Benzer türlerden Sertavul Mavisine (*P. sertavulensis*) göre daha soluk mavidir. Firdevs'in Çokgözlüsü (*P. firdussii*) ise Maraş Mavisine (*P. maraschi*) göre daha koyu ve morumsudur. Erkek bireylerin kanat üstünde ve damarlarda siyah pullanma yok denecek kadar azdır (Şekil 4). Siyah kenar bandı çok ince olmakla birlikte ön kanat üstünde siyah pullanma biraz daha belirgindir.

Anten topuzu ucu narin ve uca doğru genişleyen oval yapıda olup antenlerde 37-39 boğum bulunmaktadır (Charmeux, 2008). Gözlenen bireylerde anten boğum sayısı 38 olarak sayılmış olup tür için bildirilen sayıya uyduğu görülmüştür. Arka kanatlarda çok az anal çıkıntı mevcuttur (Şekil 4). Saçaklar gösterişli, geniş ve beyaz tüylüdür.

Türe ait bireylerden biri çam ormanı içinde bulunan toprak yol üzerindeki çamurlarda mineral beslenmesi yaparken diğeri de *Lotus sp.* ve *Trifolium pratense* türü bitkilerde beslenirken gözlenmiştir. Gözlem alanı baklagil (*Fabacae*) türü bitkilerce çok zengin olup yukarıda karaçam ormanı altlarında geven türleri (*Acantholimon* ve *Astragalus*) bitkiler de bulunmaktadır. Türün konukçu bitkisi söz konusu gözlemede saptanamamış olmakla birlikte aynı alanda diğeri agrolarla simpatrik beslenme yapabileceği düşünülmüştür.



Şekil 2. *Lotus sp.*'de beslenen erkek birey
(Saimbeyli, 08.07.2012, Z. Cebeci)



Şekil 3. Mineral alan erkek birey
(Saimbeyli, 08.07.2012, Z. Cebeci)



Şekil 4. Mineral alan erkek birey (Saimbeyli, 08.07.2012, S. Salkutlu)

SONUÇ

Sonuç olarak türleşme sürecinin henüz başlarında olan *P. maraschi*'nin tip lokalite kayıt lokasyonu sağ alt köşe olmak üzere 150-200 km çapındaki dörtgen bir alanda, 500 - 1800 m arasındaki orta irtifalarda Adana, Kahramanmaraş, Sivas ve Kayseri illerinde dağılışı gösterdiği kanaatine varılmıştır. Türün Temmuz'un ilk haftasından Ağustos başına kadar *P. sigberti* (Sigbert'in Çokgözlüsü), *P. poseidon* (Çokgözlü Poseydon), *P. ripartii* (Ripart'ın Anormal Çokgözlüsü) ve *P. menalcas* (Çokgözlü Anadolu beyazı) türleriyle aynı anda uçtuğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada türün Adana'da uçtuğu ve bazı özellikleri tespit edilmiş olmasına karşın biyolojisi ve ekolojisi ile daha ayrıntılı başka çalışmalara ihtiyaç bulunduğu anlaşılmaktadır.

Teşekkür

Türe ait bireylerin tanısı için değerli katkıları nedeniyle Dr. Martin Wiemers'e (Dept. of Community Ecology, UFZ – Helmholtz Centre for Environmental Research, 06120 Halle - Germany) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Charmeux, J. F. 2008. *Agrodiaetus cilicinus* nova species de Turquieméridionale (Lepidoptera : Lycaenidae). *Lépidoptères – Revue des Lépidoptéristes de France* 17(41):128-130.
- De Lesse, H. 1962. Variation chromosomique chez *Agrodiaetus actis* H.S. Et *A. altivagans* Forst. (Lep. Lycaenidae). *Revue fr. Ent.* 29 (1): 66-77.
- Eckweiler, W. ve Häuser, C. L. 1997. An illustrated checklist of *Agrodiaetus* Hübner, 1822, a subgenus of *Polyommatus* Latreille, 1804 (Lepidoptera: Lycaenidae). *Suppl.* 16: 113-166.
- Forster, W. 1956. Bausteine zur Kenntnis der Gattung *Agrodiaetus* SCUDD. (Lep. Lycaen.) *I. Z. wien. entomol. Ges.* 41: 42-61.
- Hesselbarth, G., Van Oorschot, H. ve Wagener, S. 1995. Die Tagfalter der Türkei unter Berücksichtigung der angrenzenden Länder. *Bocholt* 1-2: 1-1354.
- Kemal, M. ve Koçak, A. Ö. 2011. A synonymical, and distributional checklist of the Papilionoidea and Hesperioidea of East Mediterranean countries, including Turkey (Lepidoptera). *PRIAMUS - Serial Publication of the Centre for Entomological Studies Ankara*, 25, 1-162.
- Koçak, A. Ö. 1979. Studies on the family Lycaenidae II. New Taxa and Records from Turkey. *Atalanta* 10 (4a): 309-325.
- Lukhtanov, V. A., Shapoval, N. A. ve Dantchenko, A. V. 2008. *Agrodiaetus shahkuhensis* sp. n. (Lepidoptera: Lycaenidae), a cryptic species from Iran discovered by using molecular and chromosomal markers. *Comparative Cytogenetics*. 2 (2): 99-114.
- Wagener, S. 2005. Butterfly Diversity and Protection in Turkey. *Bonne Zoologische Beiträge*, Band 54, 3-23.
- Wiemers, M. 2003. *Chromosome differentiation and the radiation of the butterfly subgenus Agrodiaetus (Lepidoptera: Lycaenidae: Polyommatus) a molecular phylogenetic approach*. Dissertation, 202 pp. Bonn.
- Wiemers, M. ve Konrad Fiedler, K. 2007. Does the DNA barcoding gap exist? a case study in blue butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae). *Frontiers in Zoology*, 4:8 (doi:10.1186/1742-9994-4-8).

Samsun Bölgesindeki Hava Kirliliğinin Neden Olduğu Hastalıkların İstatistiksel Modellenmesi

Mehmet Ali CENGİZ¹, Talat ŞENEL¹, Erol TERZİ¹, Nurettin SAVAŞ², Yüksel TERZİ¹

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Ed.Fak., İstatistik Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

² Erzincan Üniversitesi, İİBFak., İşletme Bölümü, Erzincan, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: tlsenel@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.12.2012

Kabul Tarihi: 05.02.2013

Özet

Hava kirliliği insan sağlığı üzerine pek çok etkisi vardır. Bu çalışmada amaç Samsun'da hava kirliliğinin özellikle astım ve bronşit hastaları üzerine etkilerinin neler olduğunu incelemektir. Son yıllarda pek çok hastalığın görülme sıklıkları artmıştır. Astım artan bu hastalıklardan en önemlisidir. Ayrıca bronşit ve solunum yolu enfeksiyonları da diğer artan hastalıklardır. Bu artışın nedeni hava kirliliğinin etkisi de olabilir. Genelleştirilmiş tahmin denklemleri (GTD) kullanılarak hava kirlleticileri ile astım-bronşit semptomları arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, Genelleştirilmiş tahmin denklemleri, Astım, Bronşit

Statistical Modelling of Diseases Caused by Air Pollution in Samsun

Abstract

Air pollution has many effects on the human health. The purpose of this study will be to examine what is known about how air pollution affects health, especially patients with Asthma and bronchitis in Samsun. Over the past several years the incidence of a number of diseases has increased greatly. Asthma is perhaps the most important disease with an increasing incidence, but other diseases, such as bronchitis and respiratory infections also have been increasing. The cause of these increases may be due at least in part to the effects of air pollution. Relationships between symptoms of asthma and bronchitis were searched using generalized estimating equations.

Keywords: Air pollution, Generalized estimating equation, Asthma, Bronchitis

GİRİŞ

Hava Kirliliği; soluduğumuz dış havadaki kükürt dioksit (SO₂), partiküler madde (PM), nitrojen oksitleri (NO_x) ve ozon (O₃) gibi kirleticilerin çevre ve sağlık üzerinde olumsuz etkiler yapacak düzeylerde olması şeklinde tanımlanabilir. Bu kirlilik atmosferde doğal süreçleri bozmakta ve toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemekte olup, dünyada son 30 yıldır hava kirliliği düzeyleri düzenli olarak izlenmesine ve mücadele edilmesine rağmen, özellikle büyük metropollerde kirlilik düzeyleri halen güvenli kabul edilen sınırların üzerinde seyretmektedir.

Hava kirleticilerinin sağlık üzerindeki akut ve kronik etkileri özellikle büyük kentlerdeki morbidite ve mortalite çalışmalarıyla son 20 yılda yoğun olarak literatürde yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda, hava kirliliğinin çocuklarda akut solunum yolu enfeksiyonu riskini artırdığı, genel olarak hava kirliliği ataklarına bağlı olarak kardiyorespiratuar morbidite ve mortalitede artış olduğu gözlenmektedir (Wilson ve Spengler, 1996). Hava kirliliği araştırmalarının çıkış noktası, 1934'te Belçika'da Meuse Vadisinde, 1947'de ABD'de Donora'da ve 1952'de Londra'da bir aydan kısa sürede binlerce kişinin ölümüyle sonuçlanan ve çok yüksek PM emisyonlarının atmosferik inversiyon olayları ve topografik yapıdan kaynaklanan hava kirliliği episodları olmuştur (Lipfert, 1994). Bu felaketler sonucu ilk defa Londra'da emisyon kontrolü yaklaşımı ortaya çıkmış ve kömür kullanımına kısıtlamalar getirildiği kaydedilmiştir. Hava kirliliği kontrolünün kanuni süreçlere girmesiyle dünyanın bir çok ülkesinde yerel ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) belirlediği kirletici limit değerleri ve emisyon kriterleri kullanılmaktadır.

Türkiye'de geçerli olan hava kalitesi kriterleri, DSÖ standartları kabul edilerek kükürt dioksit, PM ve diğer seçilmiş gaz kirleticilerin konsantrasyonlarının yaz ve kış dönemlerindeki kabul edilebilir değerlerinden oluşmakta olup 1986 yılında Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Ülkemizdeki hava kirliliği sorunu büyük kentlerde 1990'lı yılların ortalarında ısınma amaçlı olarak doğal gaz kullanımına geçilmesiyle (Ankara ve İstanbul) yapı değiştirmekle birlikte, trafik kaynaklı hava kirliliği sorunu özellikle İstanbul'da hala süregelmektedir. Dünyada son yıllarda yapılan çalışmalarda, hava kirliliğinin gittikçe Güneydoğu Asya ülkelerine kaydığı ve bu bölgelerde tehlikeli boyutlara ulaştığı, buna bağlı olarak genel, respiratuar ve kardiyovasküler mortalitede

artış olduğu, respiratuar ve kardiyovasküler olaylara bağlı hastane başvurularında yükselme eğilimi olduğu bildirilmektedir (Sastry, 2002).

Türkiye’de hava kirliliği Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından, su kirliliğinden sonra ikinci sırada ele alınmakta olup (TÜİK, 1998) sağlık üzerindeki etkileri çeşitli boyutları ile değişik merkezler tarafından araştırılmaya devam edilmekle beraber, gelişmiş ülkelerde uygulanan ileri metotlarla yapılan standart çalışmalar henüz ülkemizde yapılamamıştır. Bununla birlikte, İstanbul’da yapılan bir çalışmada günlük PM oranları ile genel mortalite arasında anlamlı ilişki gözlenmiştir (Şahin, 2000). Yine, 0-2 yaş grubundaki çocuklarda hava kirliliği düzeylerindeki artışla bronşit, sinüzit ve pnömoni gibi solunum yolu hastalıklarındaki artış yanında Aralık-Ocak aylarındaki hastane yatışları arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Olgun, 1996). Aynı kentte erişkinlerde PM düzeyi ile akut solunum yolları hastalıkları nedeniyle yapılan hastane başvuruları arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (Bebek, 1996). Hava kirliliği ile rinit prevalansının araştırıldığı başka bir çalışmada da, kirlilik düzeyleri ile rinit prevalansı arasında ilişki bulunmuştur (Keles ve ark., 1999). İzmir’deki bir çalışmada değişik klimatolojik verilerle PM ve SO₂ düzeyleri ile artmış nazal rezistans arasında anlamlı ilişki olduğu bildirilmektedir (Özüer ve ark., 1999). Eskişehir’de SO₂ düzeyleri ile üst ve alt solunum yolu enfeksiyonları, KOAH ve kor pulmonale nedeniyle acil hastane başvurularında artış arasında ilişki bulunmuştur (Ünsal ve ark., 1999). İzmit’te de PM konsantrasyonu ve havadaki nem oranı ile ilişkili olarak astıma bağlı hastane başvurularında artış gözlenmiştir (Çelikoğlu, 1999). Gaziantep’teki bir çalışmada da hava kirliliği astımlılarda yaşam kalitesinde düşme, gece semptomlarında artış ve bronkodilatör tedaviyi kullanmada artış ile anlamlı bir ilişki göstermiştir (Ergenoğlu ve ark., 2001). Ankara’da son zamanlarda yapılan bir çalışmada da SO₂ ve PM konsantrasyonu ile astıma bağlı acil başvurular arasında ilişki saptanmıştır (Berктаş ve ark., 2003). Denizli’de Fişekçi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada bir önceki haftanın SO₂ ve PM ortalaması ile KOAH’a bağlı acil hastane başvuruları arasında korelasyon gözlenmiştir (Fişekçi ve ark., 1999). Yine günlük SO₂ ve PM miktarlarındaki artışlar ile KOAH’a bağlı acil başvurulardaki relatif risk oranının arttığı ifade edilmiştir. Benzer şekilde, kış aylarındaki son beş günün ortalama SO₂ konsantrasyonları ile astım atakları nedeniyle hastane başvuruları arasında bir korelasyon bulunduğu belirtilmiştir (Fişekçi ve ark., 2000).

Bu çalışmada hava kirliliği ölçümünün yapıldığı Samsun Doğum ve Çocuk Bakımevi (Doğumevi) Hastanesi civarında yaşayan 121 astım, bronşit ve KOAH hastasına ulaşılmıştır. Bu hastalara 12 ay boyunca aylık olarak Göğüs Hastalıkları uzmanları yardımıyla oluşturulan anket, hastaların izni alınarak uygulanmıştır. Bu anket formu, geçen ay boyunca öksürük olup olmadığı, varsa artış olup olmadığı, balgam olup olmadığı, varsa balgamın türü ve göğüs ağrısı olup olmadığı gibi sorular içermektedir. Ayrıca aynı döneme ait hava kirleticilerin ölçümleri Çevre ve Orman Bakanlığı Samsun Bölge müdürlüğünden elde edilmiştir. Bu veriler kullanarak hava kirliliği ölçümlerindeki değişimin astım, bronşit ve KOAH hastalarındaki öksürük, nefes darlığı ve göğüs ağrısı şikayetleri üzerine etkisi olup olmadığı Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri yaklaşımıyla incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Longitudinal verilerle çalışıldığında, yanıt değişkeni normal dağılım gösteriyorsa, bu durumda analizde çok büyük problem yaşanmaz. Nitekim, bu tür verilerin analizi için dağılımsal varsayımların ve tasarımların dikkate alındığı çok sayıda süreç vardır. Yanıt değişkeninin, likert ölçeği ile ölçümlendiği durumlarda olduğu gibi, normal dağılım göstermediği çalışmalarda Ağırlıklı En Küçük Kareler ya da Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri yöntemlerinden birine başvurulur. Ancak bu yöntemler arasında daha etkin olanı, gözlemler arasındaki ilişkiyi de dikkate aldığından, Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri (GTD) tahmin yöntemidir.

GTD metodolojisi ilk kez 1986 yılında Liang ve Zeger tarafından binom dağılımında olduğu gibi iki şıklı yanıt değişkeninin bulunduğu durumlarda, özellikle denklemde bir de eş değişken varken kullanılmak üzere geliştirilmiş, daha sonra Prentice tarafından 1988 yılında sıralı yanıt değişkeni için birikimli logit, birikimli probit modellerine genellenmiştir (Preisser ve Koch, 1997; Agresti, 1999; Lipsitz ve ark., 1974).

GTD yaklaşımında her bir denek bir küme olarak adlandırılır. Farklı kümeler için elde edilen gözlemlerin bağımsız, aynı küme için elde edilen gözlemlerin ise birbiriyle ilişkili olduğu düşünülür. GTD yöntemi, etkinliği arttırmak amacıyla bu ilişkiyi de dikkate alan tahmin tekniğidir. Söz konusu ilişki $R(\alpha)$ ile gösterilen $(n_i \times n_i)$ boyutlu simetrik matrisle ifade edilir. Bu matrise aynı zamanda

“üzerinde çalışılan ilişki matrisi” de denilir (Zeger ve Liang, 1986). Matrise bu ismin verilmesinin bir nedeni, bu ilişkinin yanlış tanımlanmış olma ihtimalinden kaynaklanmaktadır.

Quasi-likelihood fonksiyonunu GTD’ne uygulayabilmek amacıyla, yanıt vektörünün ortalama ve kovaryansı düşünülmelidir. Buna göre quasi-likelihood yaklaşımında üzerinde çalışılan kovaryans matrisi eşitlik (1)’de olduğu gibi hesaplanır:

$$V_i = A_i^{1/2} R_i(\alpha) A_i^{1/2} \quad (1)$$

Burada;

A_i $n_i \times n_i$ boyutlu köşegen matrisini $A_i = \text{diag}(h(\mu_{ij}))$

$R_i(\alpha)$ üzerinde çalışılan ilişki matrisini göstermektedir.

(1) eşitliğinde denekler t zamanlarında t_{ij} kez gözlenmişlerdir. Buna göre $j=1, \dots, n_j$ olmaktadır. Farklar vektörü aşağıdaki gibi tanımlanmış olsun:

$$S_i = y_i - \mu_i \quad (2)$$

Quasi-likelihood fonksiyonu longitudinal veri seti dikkate alındığında, (2) eşitliğindeki S_i vektörü de kullanılmak üzere, regresyon parametrelerinin tahmini aşağıdaki gibi olacaktır:

$$\sum_{i=1}^K D_i^T V_i^{-1} S_i = 0 \quad (3)$$

Burada; $D_i = \frac{\partial \mu_i}{\partial \beta}$ olarak tanımlanan vektörünü $(\mu_i = (\mu_{i1}, \dots, \mu_{in})')$, V_i , (1)

eşitliğinde tanımlanan kovaryans matrisini, $i=1, \dots, K$ olmak üzere denekleri göstermektedir. GTD yönteminde regresyon katsayıları tahminleri olasılık oranı yardımıyla hesaplanmakta ve yorumlar bu tahminlere göre yapılmaktadır.

Eşitlik (1) dikkate alınarak $R(\alpha)$ aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$R(\alpha) = \begin{bmatrix} A_{i1}^{-1/2} V_{i1} A_{i1}^{-1/2} & \rho_{i12} & \cdots & \rho_{i1t} \\ \rho_{i21} & A_{i2}^{-1/2} V_{i2} A_{i2}^{-1/2} & \cdots & \rho_{i2t} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \rho_{it1} & \rho_{it2} & \cdots & A_{it}^{-1/2} V_{it} A_{it}^{-1/2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

GTD yaklaşımda çalışma korelasyon matrisi denilen farklı korelasyon yapıları söz konusudur. Bunlar yapılandırılmamış korelasyon, bağımsız korelasyon yapısı, değiştirilebilir korelasyon yapısı, otoresif korelasyon yapısı, M-bağımlı korelasyon yapısı ve sabit korelasyon yapısıdır.

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen 6 tip korelasyon yapısı üzerinde detaylı durulmamıştır. Farklı korelasyon yapıları denenerek en uygun olan ile istatistiksel analiz yapılmıştır.

SONUÇLAR

Hava kirliliği ölçümünün yapıldığı Samsun Doğum ve Çocuk Bakımevi (Doğumevi) Hastanesi civarında yaşayan 121 astım, bronşit ve KOAH hastasına ulaşılmıştır. Bu hastalara 12 ay boyunca aylık olarak Göğüs Hastalıkları uzmanları yardımıyla oluşturulan anket uygulanmıştır. Bu anket formu, geçen ay boyunca öksürük olup olmadığı, varsa artış olup olmadığı, balgam olup olmadığı, varsa balgamın türü ve göğüs ağrısı olup olmadığı gibi sorular içermektedir. Ayrıca aynı döneme ait hava kirlleticilerin ölçümleri Çevre ve Orman Bakanlığı Samsun Bölge müdürlüğünden elde edilmiştir. Bu veriler kullanarak hava kirliliği ölçümlerindeki değişimin astım, bronşit ve KOAH hastalarındaki öksürük, nefes darlığı ve göğüs ağrısı şikayetleri üzerine etkisi olup olmadığı Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri yaklaşımıyla incelenmiştir.

Uygulanan anket formundan elde edilen bilgilerden hareketle aşağıdaki analizler yapılmıştır. Bütün Analizler SAS 9.1 programında Makro yazılıyla gerçekleştirilmiştir.

Aylık hava kirliliği verilerinin öksürük, nefes darlığı ve balgam durumunu etkileyip etkilemediğini araştırmak amacıyla öksürük, nefes darlığı ve balgam durumunun binary bağımlı değişken, SO₂, PM₁₀ ve mevsim değişkenin açıklayıcı değişken olduğu logit modeli uygulanmış ve Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri yaklaşımı kullanılmıştır. Modelin uyum iyiliği sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Öksürük, nefes darlığı ve balgam modellemesi için uyum iyiliği sonuçları

| Şikayet | Kriter | SD | Değer | Değer/SD |
|---------------|---------------------------|-----|----------|----------|
| Öksürük | Deviance | 121 | 769.380 | 0,6358 |
| | Scaled Deviance | 121 | 769.380 | 0,6358 |
| | Pearson Chi-Square | 121 | 639.651 | 0,5286 |
| | Scaled Pearson Chi-square | 121 | 639.651 | 0,5286 |
| | Log Likelihood | | -384.690 | |
| Nefes Darlığı | Deviance | 121 | 751.234 | 0,6208 |
| | Scaled Deviance | 121 | 751.234 | 0,6208 |
| | Pearson Chi-Square | 121 | 621.563 | 0,5136 |
| | Scaled Pearson Chi-square | 121 | 621.563 | 0,5136 |
| | Log Likelihood | | -384.690 | |
| Balgam | Deviance | 121 | 682.547 | 0,5641 |
| | Scaled Deviance | 121 | 68,2547 | 0,5641 |
| | Pearson Chi-Square | 121 | 521.123 | 0,4346 |
| | Scaled Pearson Chi-square | 121 | 521.123 | 0,4346 |
| | Log Likelihood | | -384.690 | |

Öksürük, nefes darlığı ve balgam için değiştirilebilir korelasyon yapısı kullanıldığında çalışma korelasyon matrisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öksürük, nefes darlığı ve balgam için çalışma korelasyon matrisi sonuçları

| Şikayet | | Col1 | Col2 | Col3 | Col4 |
|---------------|------|--------|--------|--------|--------|
| Öksürük | Row1 | 10.000 | 0.4648 | 0.4648 | 0.4648 |
| | Row2 | 0.4648 | 10.000 | 0.4648 | 0.4648 |
| | Row3 | 0.4648 | 0.4648 | 10.000 | 0.4648 |
| | Row4 | 0.4648 | 0.4648 | 0.4648 | 10.000 |
| Nefes Darlığı | Row1 | 10.000 | 0.5138 | 0.5138 | 0.5138 |
| | Row2 | 0.5138 | 10.000 | 0.5138 | 0.5138 |
| | Row3 | 0.5138 | 0.5138 | 10.000 | 0.5138 |
| | Row4 | 0.5138 | 0.5138 | 0.5138 | 10.000 |
| Balgam | Row1 | 10.000 | 0.5328 | 0.5328 | 0.5328 |
| | Row2 | 0.5328 | 10.000 | 0.5328 | 0.5328 |
| | Row3 | 0.5328 | 0.5328 | 10.000 | 0.5328 |
| | Row4 | 0.5328 | 0.5328 | 0.5328 | 10.000 |

Öksürük, nefes darlığı ve balgam için parametre tahmin sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Öksürük, nefes darlığı ve balgam için GTD parametre tahminleri sonuçları

| Şikayet | Parametre | Tahmin | Standart Hata | p |
|---------------|------------------|---------|---------------|--------|
| Öksürük | Sabit | 1.13 | 3.0561 | 0.6765 |
| | Mevsim-yaz | -0.1223 | 0.0882 | 0.0432 |
| | Mevsim-kış | 0.234 | 0.0121 | 0.0023 |
| | SO ₂ | 0.2036 | 0.0789 | 0.0055 |
| | PM ₁₀ | 0.0935 | 0.0013 | 0.0057 |
| Nefes Darlığı | Sabit | 2.2313 | 0.0876 | 0.0432 |
| | Mevsim-yaz | 0.3421 | 0.0771 | 0.0332 |
| | Mevsim-kış | 0.1234 | 0.00127 | 0.0073 |
| | SO ₂ | 0.2872 | 0.0349 | 0.0021 |
| | PM ₁₀ | 0.0193 | 0.00313 | 0.0022 |
| Balgam | Sabit | 1.456 | 0.0123 | 0.0145 |
| | Mevsim-yaz | 0.2345 | 0.0041 | 0.0043 |
| | Mevsim-kış | 0.1234 | 0.0023 | 0.0019 |
| | SO ₂ | 0.3421 | 0.0178 | 0.0015 |
| | PM ₁₀ | 0.1093 | 0.0012 | 0.0023 |

Tüm çalışma korelasyon matrisleri için benzer sonuçlar elde edilmiştir.

TARTIŞMA

Hava kirliliği ölçümlerinin yapıldığı Samsun Doğum ve Çocuk Bakımevi (Doğumevi) Hastanesi civarında yaşayan 121 astım, bronşit ve KOAH hastasına uygulanan anket formundan elde edilen bilgiler ışığında hastaların öksürük durumu, nefes darlığı ve balgam durumu binary bağımlı değişken hava kirleticileri SO₂ ve PM₁₀ ölçümleri açıklayıcı değişken alınarak genel olarak üç tane lojistik regresyon modeli kullanılmıştır. Bu modellerde bağımlı değişkenin aylara göre ölçümleri arasındaki bağımlılığı modellemek için Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri kullanılmıştır. Her bir model için farklı 5 çalışma korelasyon matrisi kullanıldığından toplam onbeş model kullanılmıştır. Bu çalışma korelasyon matrisleri içinde sapmaları en düşük olan değiştirilebilir korelasyon yapısı olduğu görülmüştür.

Tablo 1’de sapmalara göre bakıldığında en düşük sapmalara sahip model balgam durumu için oluşturulan modeldir. Dolayısıyla aylık SO_2 ve PM_{10} ortalamaların en fazla o ayda balgam olup olmaması üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 2’de korelasyon yapılarına bakıldığında çalışma korelasyon değeri en büyük olarak balgam durumunu incelendiği model bulundu.

Tablo 3’de her bir model için SO_2 ve PM_{10} aylık ölçüm ortalamalarının hastaların o ay için öksürük olup olmadığı, nefes darlığı olup olmadığı ve balgam olup olmadığı üzerinde 0.05 anlamlı bulundu.

Sonuç olarak aylık hava kirliliğindeki değişimlerin akciğer ve ilişkili hastaların öksürük, nefes darlığı ve balgam gibi hastalık belirtilerinde değişime neden olduğu ve hava kirliliği arttıkça bu rahatsızlıkların arttığı istatistiksel modellemeyle ortaya konulmuştur. Bu da hava kirliliğine neden olan etmenlerin ortadan kaldırılmasının ne kadar hayati bir sorun olduğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- Agresti, A. 1999. Modelling ordered categorical data: recent advances and future challenges. *Statistics in Medicine* 18: 2191-2207.
- Bebek, Ö. 1996. Hava Kirliliğinin Solunum Semptomları Nedeniyle Hastane Yatışlarına Etkisi. Sağlık Bakanlığı Haydarpaşa Nümun Hastanesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul.
- Berktaş, B. ve Bircan, A. 2003. Effects of atmospheric sulphur dioxide and particulate matter concentrations on emergency room admissions due to asthma in Ankara. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi* 51: 231- 238.
- Çelikoğlu, M. 1999. Kocaeli İli’nde Hava Kirliliği ve Meteorolojik Faktörlerin Astma Bronşiale Üzerindeki Etkileri. Kocaeli Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Uzmanlık Tezi, Kocaeli.
- Ergenoğlu, T., Hazar, M., Beydağı, H., Bozkurt, A.İ. ve Mendeş, B. 2001. Hava kirliliğinin aerobik kapasite ve solunum fonksiyonlarına etkisi. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi* 292-295.
- Fişekçi, F., Özkurt, S., Başer, S., Daloğlu, G. ve Hacıoğlu, M. 1999. Effect of air pollution on COPD exacerbations. *Eur Respir J* 14(30): 393.
- Fişekçi, F., Özkurt, S., Başer, S., Daloğlu, G. ve Hacıoğlu, M. 2000. Air pollution and asthma attacks. *Eur Respir J* 16(31): 290.
- Keles, N., Ilıcalı, O.C. ve Değer, K. 1999. Impact of air pollution on prevalence of allergic rhinitis in İstanbul. *Arch Environ Health* 54: 48-51.
- Lipsitz, S.R., Fitzmaurice, G.M., Orav, E.J. ve Laird, N.M. 1974. Performance of generalized estimating equations in practical situations. *Biometrics* 270-278.
- Lipsitz, S.R., Kim, K. ve Zhao, L. 1994. Analysis of repeated categorical data using generalized estimating equations. *Statistics in Medicine* 13: 1149-1163.
- Olgun, Ç. 1996. Hava Kirliliğinin 0-2 Yaş Grubunda Solunum Sistemi Enfeksiyonlarına Mortalite ve Morbidite Yönünden Etkisi, Şişli Etfal Hastanesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul.
- Özüer, M.Z., Günhan, Ö. ve Cura, O. 1999. Değişik klimatolojik ve hava kirliliği değerlerinin nazal rezistansa etkisi. *KBB ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi* 7:91- 95.
- Preisser, J.S. ve Koch, G.G. 1997. Categorical Data Analysis in Public Health. *Annual Review Public Health* 18: p.51-82.
- Sastry, N. 2002. Forest fires, air pollution, and mortality in southeast Asia. *Demography* 39:1-23.

- Şahin, Ü. 2000. İstanbul'da 1994-1998 Hava Kirliliği Düzeyleri ile Mortalite Arasındaki İlişki, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- TÜİK, 1998. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Çevre İstatistikleri, 34-47.
- Ünsal, A., Metintaş, M., Öner, S. ve İnan, O.Ç. 1997. Eskişehir'de hava kirliliği ve bazı hastalıklar nedeniyle acil başvuruların incelenmesi. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi* 47:449-455.
- Wilson, R. ve Spengler, J. 1996. *Particles in Our Air, Concentrations and Health Effects*. Harvard University Press, p.123-167, USA.
- Zeger, S.L. ve Liang, K.Y. 1986. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. *Biometrics* 42:121-130.

Pelajik Amfipodların (Hyperidea, Amphipoda) İzmir Körfez'indeki Vertikal Dağılımı

Arzu AYDIN UNCUMUSAOĞLU¹, İsmet ÖZEL²

¹ Giresun Üniversitesi, Tirebolu Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölümü, 28500, Giresun, TÜRKİYE

² Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: arzu.a.uncumusaoglu@gmail.com

Geliş Tarihi: 25.11.2012

Kabul Tarihi: 02.01.2013

Özet

İzmir Körfezi pelajik amfipod ve dağılımlarını saptamak amacıyla Nisan 2000- Nisan 2005 yılları arasında bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Örneklemelede 200 µm ağ göz açıklığı olan Unesco WP2 zooplankton kepçesi kullanılarak, derinlikleri 10–74 m arasında değişen 34 istasyonda vertikal örnekleme yapılmıştır. Örneklerin incelenmesi sonucunda 6 familyaya ait 18 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden 5'i *Parathemisto oblivia* (Kroyer), *Lestrigonus curcipes* (Bovallius,1889), *Lestrigonus macrophythalmus* (Vosseler, 1901), *Primno latreillei* (Stebbing, 1888), *Paralycae gracilis* (Claus, 1879). İzmir Körfezi için yeni kayıttır. Bu türlerin Dış I, İç ve Orta Körfez'de bulunmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pelajik, Planktonik, Amfipod, İzmir Körfezi

Vertical Distribution of Pelagic Amphipods (Hyperidea, Amphipoda)

in İzmir Bay

Abstract

In order to determine the pelagic amphipods and their distribution in İzmir Bay, this study has been carried out from April 2000 to April 2005. Samples were taken horizontally from 34 stations at various depths (10-74 m) by using Unesco WP2 plankton net with a mesh size of 200 µm. As a result of the examination of the sampled material, a total of 18 taxa belongs to 6 families were determined. Five of them are firstly recorded from İzmir Bay *Parathemisto oblivia* (Kroyer), *Lestrigonus curcipes* (Bovallius,1889), *Lestrigonus macrophythalmus* (Vosseler, 1901), *Primno latreillei* Stebbing, 1888, *Paralycae gracilis* Claus, 1879. The pelagic amphipods were not found in outer I, the inner bay and in the middle bay.

Keywords: Pelagic, Planktonic, Amphipod, İzmir Bay

GİRİŞ

Arthropoda filumunun Crustacea klasisi içinde yer alan Amfipoda ordosu genel olarak boyları 2 -50 mm arasında değişen perকারid krustaselerdir. Dünyanın birçok bölgesinde sucul ekosistemlerde yaygın bir şekilde bulunan amfipodlar, başta deniz olmak üzere, acı su ve tatlı sularda da yaşamaktadır. Sadece birkaç türü nemli karasal ekosistemlerde de yaşayabilmektedir. Bazı türler pelajik, bazı türleri ise parazitik ve kommensal olarak yaşamaktadır (Belan-Santini, 1999). Amfipoda ordosuna ait 7000'den fazla tür bulunmasına karşın, bunlardan sadece 400 türü pelajiktir. Tamamı holoplanktonik olan bu türler epipelajik ve mesopelajik komünitenin önemli bir parçasıdır. Özellikle soğuk su bölgelerinde hyperiidler yoğun populasyon oluşturmakla birlikte, planktonik biyomas içinde ilk sıraları alabilirler ve planktotrofik balık ve balinaların esas besin kaynağını oluştururlar (Vinogradov, et al.,1996).

Türkiye denizlerinde hyperiid amfipodlarla ilgili yapılmış ilk çalışma; Özel ve Katağan'ın (1982) İzmir Körfezi'nde yapmış oldukları araştırmadır. Bu çalışmayı yine aynı araştırmacıların Ege Denizi Türkiye kıyılarında 1987 yılında yapılmış oldukları araştırma takip etmektedir. En son çalışma ise Aydın ve Özel (2007)'in İzmir Körfezi yüzey sularında yapmış oldukları araştırmadır.

Bu çalışmada ise İzmir Körfezi'nde yapılan vertikal örneklemelelerde dağılım gösteren pelajik amfipodların tespiti ve yoğunlukları incelenmiştir.

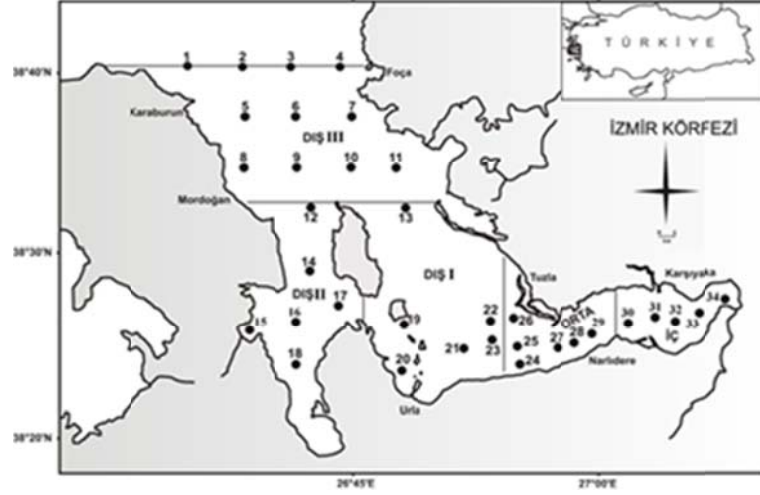
MATERYAL ve METOT

Zooplankton örnekleri İzmir Körfezi'nde 34 istasyonda, 2000-2005 yılları arasında toplanmıştır (Şekil 1). Örneklemele 10 metre ile 74 metre arasında değişen derinliklerden verikal çekilmiştir. Örneklemelelerde göz açıklığı 200 µm, çember çapı 57 cm olan UNESCO WP2 model standart zooplankton kepeçesi kullanılmıştır. Örnekler % 4'lük formalin içerisinde muhafaza edilmiştir (Özel, 2005).

Şişelerdeki hyperiid amfipod, yoğunluğa göre Dollfus-Cuve sayım kamarasına veya petrilere aktarılarak stereo mikroskop altında incelenmiştir. Mikro metrik oküler yardımıyla hyperiid amfipod'ların boyları ölçülmüştür. Karakteristik bazı küçük yapıların görülebilmesi için disseksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Pelajik amfipodların tanınması ve tayininde; Vinogradov, et al. (1996), Bowman, et al. (1973). Bowman,

(1978), Chevreux, et Fage.(1925), Vinogradov, (1999), Dunbar, (1963), Shih and Dunbar (1963) kaynaklarından yararlanılmıştır.

Elde edilen bilgilerin yorumlanabilmesi için Sørensen (1948)'in benzerlik indeksi ile Soyer'in (1970) frekans indeksi kullanılmıştır ($F \geq 50$ devamlı, $25 \leq F < 50$ yaygın, $F < 25$ seyrek).



Şekil 1. Araştırmanın gerçekleştirildiği istasyonlar

BULGULAR

İzmir Körfezinde vertikal dağılım gösteren pelajik amfipod türlerinin dağılımlarını araştırmak amacıyla 2000 – 2005 yılları arasında 34 istasyonda gerçekleştirilen bu çalışma sonucu toplam 74 adet birey farklı derinliklerdeki çekim sonucunda elde edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. İzmir Körfezi'nde bulunan hyperiid amfipod'un vertikal dağılımları ve boy değerleri

| TÜRLER | İstasyon No | Örnekleme Zamanı | Birey sayısı (adet) | Derinlik (m) | Ortalama boy (cm) |
|--|-------------|------------------|---------------------|--------------|-------------------|
| <i>Hyperia galba</i> Montagu, 1815 | 5 | 09.05.2000 | ♀ | 66 | 2.5 |
| <i>Lestrignonus curcipes</i> Bovallius, 1889 | 3 | 13.04.2005 | 2♂ | 70 | 4.0 |
| <i>Lestrignonus latissimus</i> Bovallius, 1889 | 3 | 12.04.2000 | ♀ | 70 | 2.47 |
| | 4 | 20.12.2001 | ♀ | 56 | |
| | 5 | 12.04.2000 | ♀ | 66 | |
| | 6 | 12.04.2005 | ♀ | 66 | |
| | 9 | 09.05.2000 | ♀ | 60 | |
| | 9 | 12.04.2005 | ♀ | 61 | |
| <i>Lestrignonus macrophythalmus</i> Vosseler, 1901 | 10 | 13.04.2005 | 2 ♀ | 60 | 2.15 |
| <i>Lestrignonus schizogeneios</i> Stebbing, 1888 | 9 | 12.04.2005 | ♀ | 60 | 2.5 |

Tablo 1. Devamı

| | | | | | |
|---|------------|------------|-------|----|------|
| <i>Hyperioides longipes</i> Chevreux, 1900 | 1 | 13.02.2005 | ♀ | 74 | 2.4 |
| | 2 | 11.01.2001 | ♀ | 65 | |
| | 8 | 21.12.2001 | ♀ | 45 | |
| <i>Parathemisto gracilipes</i> Norman | 5 | 13.04.2005 | ♀♂ | 70 | 7.64 |
| | 6 | 12.04.2000 | ♀♂ | 67 | |
| | 15 | 12.03.2003 | ♂ | 60 | |
| <i>Parathemisto oblivia</i> Kroyer | 4 | 13.04.2005 | ♀ | 56 | 6.2 |
| | 5 | 13.02.2002 | ♂ | 68 | |
| <i>Platyscelas serratulus</i> Stebbing, 1888 | 5 | 01.02.2005 | ♀ | 70 | 2.9 |
| | 9 | 12.04.2005 | ♀ | 60 | |
| <i>Platyscelus ovoides</i> Risso, 1816 | 3 | 13.02.2002 | ♂ | 72 | 4.3 |
| <i>Primno latreillei</i> Stebbing, 1888 | 1 | 13.02.2002 | 2♀ | 74 | 2.9 |
| <i>Anchylomera blossevillei</i> Milne- Edwards, 1830 | 1 | 11.03.2004 | ♀ | 73 | 6.66 |
| | 1 | 13.04.2005 | ♀ | 70 | |
| | 6 | 12.04.2005 | ♀ | 67 | |
| | 9 | 12.04.2005 | ♀ | 60 | |
| | 15 | 12.03.2003 | 4♂ 2♀ | 60 | |
| <i>Primno macropa</i> Guérin-Méneville, 1836 | 1 | 27.06.2003 | ♀ | 72 | 3.81 |
| | 1 | 27.06.2003 | ♀ | 72 | |
| | 1 | 11.03.2004 | 4♀ | 73 | |
| | 1 | 13.04.2005 | ♀ | 70 | |
| | 2 | 10.05.2000 | ♀ | 70 | |
| | 2 | 21.12.2001 | ♀ | 73 | |
| | 2 | 19.11.2002 | ♀ | 74 | |
| | 3 | 13.04.2005 | 3♀ | 70 | |
| | 5 | 13.04.2005 | 3♀ | 70 | |
| | 7 | 14.02.2002 | ♀ | 56 | |
| 9 | 12.04.2005 | ♂ | 60 | | |
| <i>Phrosima semilunata</i> Risso, 1822 | 1 | 21.12.2001 | ♂ | 72 | 2.1 |
| | 1 | 13.04.2005 | ♀ | 70 | |
| | 2 | 10.05.2000 | 2♀ | 70 | |
| | 9 | 28.02.2003 | ♀ | 61 | |
| <i>Phronima stebbingi</i> Vosseler, 1901 | 2 | 10.05.2000 | ♀ | 70 | 7.13 |
| | 5 | 13.04.2005 | ♀ | 70 | |
| | 9 | 12.04.2005 | 2♀ 2♂ | 60 | |
| <i>Eupronoe minuta</i> Claus, 1879 | 1 | 22.12.2001 | 2♀ | 72 | 3.04 |
| | 3 | 13.04.2005 | 2♀ | 70 | |
| | 9 | 12.04.2005 | ♀ | 60 | |
| <i>Paralycaea gracilis</i> Claus, 1879 | 8 | 1.03.2003 | ♀ | 44 | 1.75 |
| | 1 | 13.08.2001 | ♀ | 74 | |
| <i>Lycæ pulex</i> Marion, 1874 | 1 | 10.04.2001 | ♀ | 74 | 4.5 |

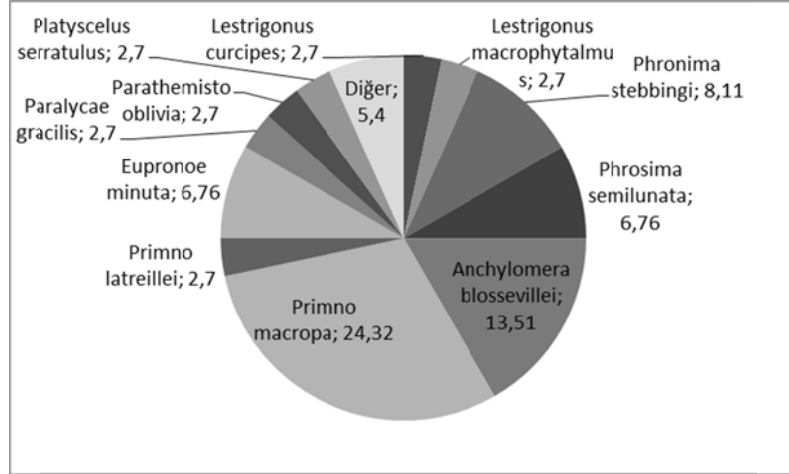
Araştırmada tespit edilen türlerin büyük çoğunluğunu derin bölgelerden yapılan çekimler sonucunda elde edilmiştir. Bireylerin % 20.27'si erkek olarak tespit edilmiştir. Araştırmada elde edilen hyperiid amfipod türleri ve bunlara ait birey ait birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı (F: Frekans; D: Dominansi) Tablo 2' de verilmiştir

Tablo 2. Araştırmada elde edilen hyperiid amfipod türleri ve bunlara ait birey ait birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı (F: Frekans; D: Dominansi)

| Familyalar | Türler | İstasyonlar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | %D | %F |
|---------------|-------------------------------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|-------|
| Hyperiidae | <i>Hyperia galba</i> | | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 1,35 | 2,94 |
| | <i>Parathemisto gracilipes</i> | | - | - | - | - | 2 | 2 | - | - | - | - | 1 | 6,76 | 8,82 |
| | <i>Parathemisto oblivia</i> | | - | - | - | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 2,70 | 5,88 |
| | <i>Hyperioides longipes</i> | | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | 4,05 | 8,82 |
| | <i>Lestrignonus schizogeneios</i> | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | 1,35 | 2,94 |
| | <i>Lestrignonus latissimus</i> | | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | 2 | - | - | 8,11 | 14,71 |
| | <i>Lestrignonus curcipes</i> | | - | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2,70 | 2,94 |
| | <i>Lestrignonus macrophythalmus</i> | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | 2,70 | 2,94 |
| Phrosinidae | <i>Phronima stebbingi</i> | | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 4 | - | - | 8,11 | 8,82 |
| | <i>Phrosima semilunata</i> | | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | 6,76 | 8,82 |
| Phronimidae | <i>Anchylomera blossevillei</i> | | 2 | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | 6 | 13,51 | 11,76 |
| | <i>Primno macropa</i> | | 7 | 3 | 3 | - | 3 | - | 1 | - | 1 | - | - | 24,32 | 17,65 |
| | <i>Primno latreillei</i> | | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2,70 | 2,94 |
| Pronoidae | <i>Eupronoe minuta</i> | | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | 6,76 | 8,82 |
| | <i>Paralycae gracilis</i> | | - | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - | - | 2,70 | 2,94 |
| Lycaeidae | <i>Lycaea pulex</i> | | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,35 | 2,94 |
| Platyscelidae | <i>Platyscelus ovoides</i> | | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,35 | 2,94 |
| | <i>Platyscelus serratulus</i> | | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | 2,70 | 5,88 |

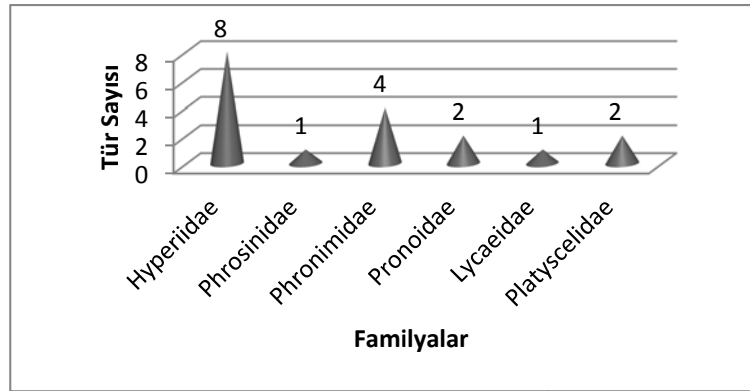
Çalışmada tespit edilen türler frekans değerleri bakımından değerlendirildiğinde tüm türlerin seyrek dağılımlı türler grubunda yer aldıkları görülmektedir. En yüksek frekans indeksi değerine %17,65'lik orana sahip olan *Primno macropa*'yı % 11,6 ile *Anchylomera blossevillei* takip etmektedir (Tablo 2).

Türlerin dominansi değerlerine bakıldığında, % 24,32'lik oran ile *Primno macropa*'yı %13,51'lik oranla *Anchylomera blossevillei* takip etmiştir. % 8,11'lik oran ile *Phronima stebbingi* üçüncü sırayı aldığı görülmektedir (Tablo 2, Şekil. 2).



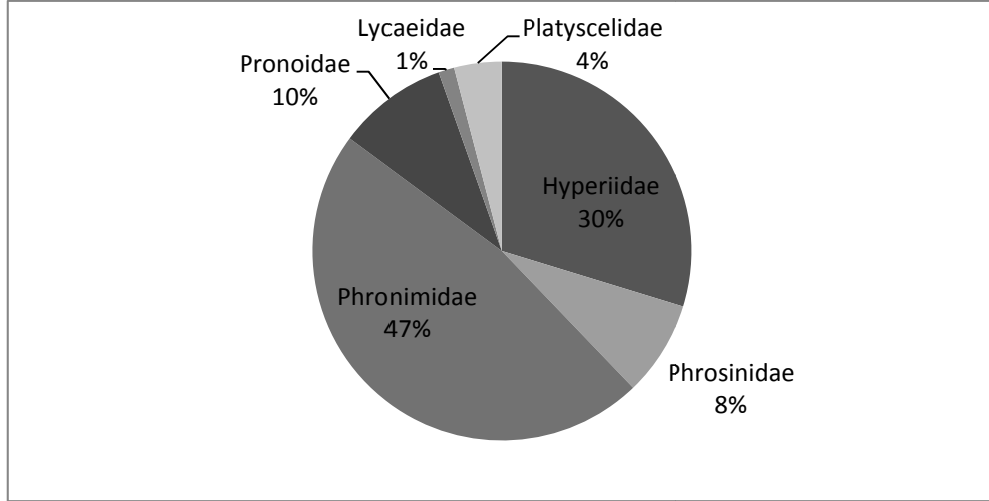
Şekil 2. Araştırmada elde edilen dominant türler

Araştırmada tespit edilen 18 türün familyalara dağılımlarına bakıldığında, 8 tür ile temsil edilen Hyperiidae familyasını 4 tür ile Phronimidae familyasının izlediği, bunları 2'şer türle Pronoidae ve Platyscelidae familyaları ve 1 türle Phrosinidae ve Lycaeidae familyasının izlediği görülür (Şekil 3).



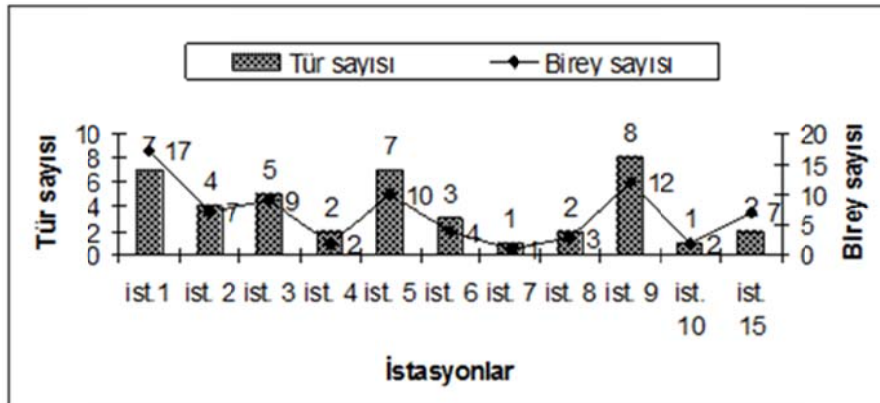
Şekil 3. Familyalar ve tür sayıları

Hyperiidae subordosundan 6 familya'ya ait 18 türün tespit edildiği bu çalışmada; İzmir Körfezi'nde familyaların rastlanma oranları incelendiğinde; % 47'lik oranla Phronimidae familyasının dominant olduğu görülmektedir. İkinci sırada % 30'luk oranla Hyperiidae familyasını % 10'luk oranla Pronoidae familyası izlemektedir (Şekil 4).



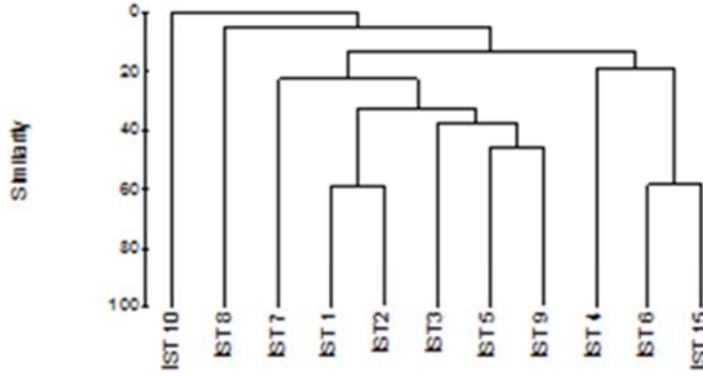
Şekil 4. Familyaların İzmir Körfezinde vertikal çekimde rastlanma oranları

İstasyonlar tür ve birey sayıları bakımından karşılaştırıldıklarında, yapılan çekim sonucunda en fazla tür çeşidi 8 tür ile 9 nolu istasyonda tespit edilmiş olup ikinci sırayı 7'şer tür ile istasyon 1 ve 5 takip etmiştir (Şekil 5). En fazla birey tespit edilen istasyon ise 17 bireyle 74 m derinlikle en derin istasyon olan 1 nolu istasyon olurken, bu istasyonu, 12 bireyle 9 nolu istasyon ve 10 bireyle 5 nolu istasyon takip etmiştir. En az bireye 7 nolu istasyonda 52 m derinlikte rastlanmıştır. Araştırmada İzmir Körfezi İç, Orta ve Dış I bölgelerindeki istasyonlarda hyperiid amfipod bireyelerine rastlanılmamıştır.



Şekil 5. Tür ve birey sayılarının istasyonlara göre dağılımı

Örneklemlerin gerçekleştirildiği istasyonlar arasındaki benzerliği gösteren dendogram incelendiğinde 74 m derinliği ile diğer tüm istasyonlara göre daha derin olan 1 nolu istasyon ile 65 m derinliği ile 2 nolu istasyon % 59 benzerlik göstermektedir. 60 ve 67 m derinliklere sahip 15 ve 6 nolu istasyonların da % 58 benzerliğe sahip olduğu görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. İstasyonlar arası benzerliği gösteren dendogram

TARTIŞMA ve SONUÇ

İzmir Körfezi'nde sularında vertikal olarak dağılım gösteren pelajik amfipod türlerinin tespitinin amaçlandığı 34 istasyonda yürütülen bu çalışmada saptanan 18 türden 5'i *Parathemisto oblivia* (Kroyer), *Lestrigonus curcipes* (Bovallius, 1889), *Lestrigonus macrophythalmus* (Vosseler, 1901), *Primno latreillei* (Stebbing, 1888), *Paralycaea gracilis* (Claus, 1879) türleri İzmir Körfezi ve Türkiye suları için ilk kayıttır. Bu türlerle beraber Ülkemizin Ege Denizi kıyılarından rapor edilen tür sayısı 28'e yükselmiştir.

Araştırmada İzmir Körfezi iç, orta ve dış 1 bölgelerindeki istasyonlarda vertikal çekimler sonucunda hyperiid amfipod bireylerine rastlanılmamıştır. Bu çalışmada Hyperiid amphipod türleri 44-74 metre arasındaki çekimlerde tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Familya'nın genel ekolojik özelliklerine uymaktadır (Vinogradov, et al., 1996).

Bu çalışma ile daha önce İzmir Körfezi'nde ve Ege Denizi'nde yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında saptanan türler açısından kalitatif ve kantitatif açıdan önemli farklılıklar olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Bu çalışma ile Türkiye sularında daha önce yapılan çalışmaların karşılaştırılması

| Türler | Bu çalışma | İzmir Körfezi YüzeY Suyu (Aydın ve Özel, 2007) | Ege Denizi (Katağan ve Özel 1987) | İzmir Körfezi (Özel ve Katağan, 1980) |
|------------------------------------|------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Paraphronima crassipes</i> | - | 2 | - | - |
| <i>Hyperia galba</i> | 1 | 5 | 9 | 1 |
| <i>Parathemisto gracilipes</i> | 5 | 51 | - | - |
| <i>Parathemisto oblivia</i> | 2 | - | - | - |
| <i>Hyperioides longipes</i> | 3 | 2 | - | - |
| <i>Lestrigonus schizogeneios</i> | 1 | 8 | 13 | 8 |
| <i>Lestrigonus latissimus</i> | 6 | - | 21 | 50 |
| <i>Lestrigonus curcipes</i> | 2 | - | - | - |
| <i>Lestrigonus macrophythalmus</i> | 2 | - | - | - |
| <i>Phronima stebbingi</i> | 6 | 3 | - | - |
| <i>Phrosima semilunata</i> | 5 | - | 4 | 2 |
| <i>Anchylomera blossevillei</i> | 10 | 10 | - | 3 |
| <i>Primno macropa</i> | 18 | - | 59 | 3 |
| <i>Primno latreillei</i> | 2 | - | - | - |
| <i>Eupronoe minuta</i> | 5 | - | 16 | 1 |
| <i>Paralycaea gracilis</i> | 2 | - | - | - |
| <i>Lycaea pulex</i> | 1 | 2 | 2 | - |
| <i>Leptocotis tenuirostris</i> | - | 3 | - | - |
| <i>Platyscelus ovoides</i> | 1 | - | 1 | - |
| <i>Platyscelus serratulus</i> | 2 | 2 | 1 | - |
| <i>Tetrathyrus forcipatus</i> | - | - | 89 | - |
| <i>Phronima atlantica</i> | - | - | 2 | - |
| <i>Lycaeopsis themistoides</i> | - | - | 2 | - |
| <i>Pseudolycaea pachypoda</i> | - | - | 2 | - |
| <i>Simorhynchotus antennarius</i> | - | - | 1 | 1 |
| <i>Parascelus typhoides</i> | - | - | 6 | - |
| <i>Amphithyrus bispinosus</i> | - | - | 2 | - |
| <i>Rhabdosoma sp.</i> | - | - | 1 | 1 |

Sonuç olarak, İzmir Körfezi sularında vertikal dağılım gösteren hyperiid amfipod türlerinin tespitini amaçlayan bu çalışma ile ülkemizin biyolojik zenginliklerinin ortaya çıkmasına ve mevcut hyperiid amfipod faunasının ekolojik özelliklerine bir nebze olsun katkıda bulunulmuştur. Örnekleme zamanının hem gündüz hem de gece yapılması ve kullanılan kepçenin uygun göz açıklığına sahip olması bu subordo üyelerinin araştırılmasında kolaylık sağlayacağı kuşkusuzdur. Önümüzdeki yıllarda tüm Türkiye denizlerini de içine alacak kapsamlı araştırmalar sonucunda, hem Türkiye hem de Akdeniz faunasına yeni katkılar yapabileceği şüphesizdir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İzmir Büyükşehir Belediyesi İZSU tarafından desteklenen ve Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'nün koordinasyonunda yürütülen 'Büyük Kanal Atık Sularının İzmir Körfezi'nde İzlenmesi Projesi' kapsamında (DBTE 124, 134 ve 141) projeler ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aydın, A. ve Özel, İ. 2007. Pelajik Amfipodların (Hyperidea, Amphipoda) İzmir Körfezi Yüzeysel Sularındaki Dağılımı E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volume 24, Issue (3-4): 295-297.
- Belan-Santini, D., 1999, Ordre Des Amphipodes (Amphipoda Latreillei, 1816). In: Jacques Forest (ed.) Traité De Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie, Crustacés Pécaricides. Tome VII, Fascicule III A, Memoires Del'Institut Oceanographique, Monaco: 93-176.
- Bowman, T. E. and H. E. Gruner. 1973. The families and Genera of Hyperidea (Crustacea: Amphipoda). Smithsonian Contribution to zoology, 146: 64.
- Bowman, T.E. 1978. Revision of the Pelagic Amphipod Genus *Primno* (Hyperidea: Phrosinidae). Smithsonian Contribution to zoology, 275: 1-23.
- Chevreaux, E., L. et Fage. 1925. Amphipodes. Faune De France, 9:1- 488.
- Dunbar, M.J. 1963. Amphipoda, Sub-order:Hyperidea, family Hyperiidae. Fishes Identif. Zooplankton sheet, 103 :1- 4 pp.
- Katağan, T., ve Özel, İ., 1987. Ege Denizi pelajik amfipodları (Hyperidea-Amphipoda). VIII. Biyoloji Kongresi. İzmir 528-536.
- Özel, İ. ve Katağan, T., 1982. İzmir Körfezi civarı amfipodları (Hyperidea-Amphipoda) üzerine bir araştırma. TÜBİTAK Yay. No:545 TBAG, 32: 309-315.
- Özel, İ. 2005. Planktonoloji I. Denizel Plankton Ekolojisi ve araştırma yöntemleri. 5. basım. E. Ü. Fen Fak. Yay., No.145, 270 pp.
- Shih, T.C., M. J. Dunbar. 1963. Amphipoda, Sub-order:Hyperidea. Family: Phronimidae. Zooplankton sheet, Conseil International pour l'Exploration de la Mer. 103:1-4.
- Sørensen, T., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similar species content and its application to analyses of vegetation on Danish commons. Biologiske Skrifter, 5; 34p.
- Soyer, J., 1970, Bionomie benthique du plateau continental de la cote catalana Française. III: Les peuplements de Copepodes Harpacticoides (Crustacea). Vie Milieu, 21: 377-511.
- Vinogradov, G. 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leide., 2:1140-1240.
- Vinogradov, M.E., A.F., Volkov and T.N. Semenova.1996. Hyperiid Amphipods (Amphipoda, Hyperidea) of the World Oceans. Smithsonian Institution Libraries, 1-632.

Türkiye Miksomisetleri İçin Yeni Bir Varyete Kaydı

Murat ZÜMRE¹, Hayri BABA¹, Muharrem GELEN¹

¹Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antakya-Hatay, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: muratzumre@hotmail.com

Geliş Tarihi: 14.12.2012

Kabul Tarihi: 05.01.2013

Özet

Bu çalışmada Hatay ilinde tespit edilen *Badhamia nitens* var. *reticulata* Berk. & Broome ex Masee G. Lister varyetesi Türkiye mikrobiyotasına ilk defa eklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Miksomiset, Yeni Kayıt, Hatay- Türkiye

A New Myxomycetes Variety Record From Turkey

Abstract

In this study, a new Myxomycetes variety is recorded for the first time in Hatay-Turkey and added to the list of Turkish Myxobiota. This new record is *Badhamia nitens* var. *reticulata* Berk. & Broome ex Masee G. Lister.

Keywords : Myxomycetes, New Record, Hatay-Turkey

GİRİŞ

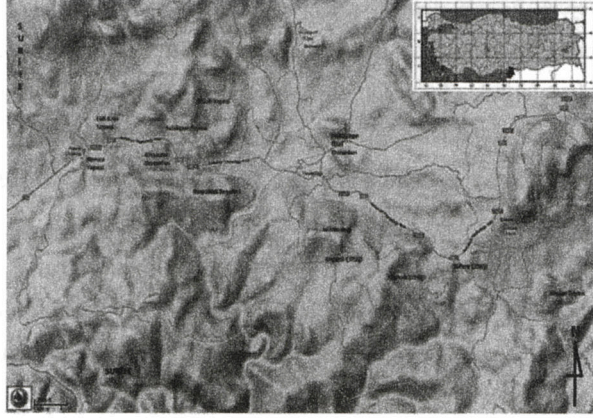
Genel olarak gerçek cıvık mantarlar veya plazmodial cıvık mantarlar olarak bilinen Miksomisetler serbest yaşayan çok çekirdekli, bir veya birden çok sayıda spor meydana getirebilen, hücre çeperinden yoksun canlılardır. Şeffaf yapışkan bir kılıf, ince plazma zarı ile çevrili çok nukleuslu, asellüler protoplazma yığını şeklindeki plazmodyum vejetatif fazı temsil eder. Sporlanma evrelerinde, kendine özgü, protoplazma tarafından salgılanan zarımsı spor kesesi içinde spor kitleleri meydana getirirler. Spor keselerinde, hücresel olmayan, genellikle serbest veya ağsı iplikler sistemi kapillitium veya pseudokapillitium bulunur. Bazı miksomiset grupları spor kesesinin içinde, dışında bazen hem içinde hem dışında taksonomik yönden önemli olan karakteristik kireç birikimleri bulundurur (Baba ve ark., 2008; Farr, 1981). Miksomisetler üzerinde gelişim gösterdiği substrat ve özelliği kadar, ışık, nem, sıcaklık ve pH'a da duyarlılık gösterirler. Mycetoza üyesi bireyler çürümüş olan ağaç gövdeleri, dallar, canlı veya ölü ağaç kabukları, çürümüş meyve veya meyve artıkları, ölü yaprak ve yaprak döküntüleri gibi serin, nemli ve gölgeli çevrelerde bol miktarda yayılış gösterdikleri gibi ekstrem olarak bazı organik maddeler, otobur hayvan dışkıları, taşlar ve hayvan kemikleri üzerinde dağılım gösterdikleri de görülmüştür (Stephenson, 2003).

Dünya'da bilinen Miksomiset sayısı 1000'e yakın olmasına rağmen (Lado, 2001) Türkiye'de bulunan Miksomiset sayısı 265'dir (Gelen, 2012). Hatay iklimsel koşulları ve bitki örtüsü bakımından miksomiset ve makromantar gelişimi için çok uygun bir yapıya sahiptir (Baba, 2012; Demirel ve Kaşık, 2012)

MATERYAL ve METOT

Tespit edilen istasyonlara düzenlenen arazi gezilerinde çürümüş ağaç kabuk odun ve döküntüler üzerinde sporofor aşamasında bulunan miksomiset örnekleri kesici bir aletle, bulunduğu ortamdan kısmen substratla birlikte ayrılarak küçük karton kutu içinde laboratuvara taşınmıştır. Buna ek olarak üzerinde miksomiset sporofor örnekleri bulunmayan fakat miksomiset sporları içerdiği düşünülen ağaç kabukları, kesik ağaç kütük parçaları, döküntü ve çürümekte olan yaprak, ibre, kozalak, meyve ve artıkları gibi materyaller, küçük kilitli saklama poşetlerine konularak laboratuvara taşınmış ve

laboratuvar ortamında Gilbert ve Martin (1933)'in geliştirdiği "Nem Odası Tekniği" uygulanarak, fruktifikasyon oluşturmaları sağlanmıştır. laboratuvar koşullarında nem odası tekniği ile miksomiset turleri elde edilmiştir. Elde edilen miksomiset turlerinin teşhisleri yapılmış ve mikroskopik fotoğrafları çekilmiştir.



şekil 1. Çalışma sahasının haritası

SONUÇLAR

Protista

Myxomycota

Myxomycetes

Myxogastromycetidae

Physarales

Physaraceae

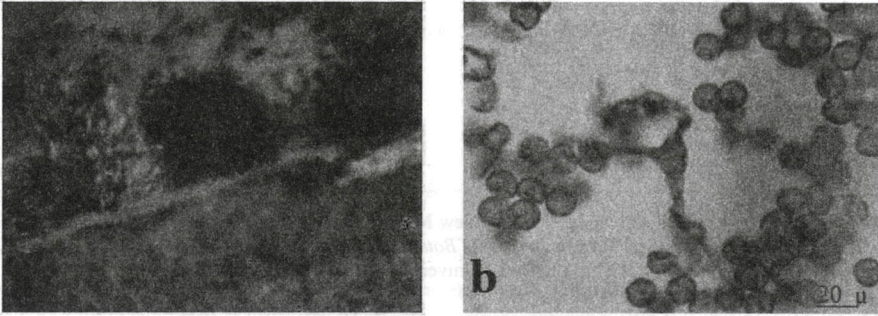
Badhamia

Badhamia nitens var. reticulata Berk. & Broome ex Masee G. Lister, Trans. Brit. Mycol. Soc. 5: 71 (1915).

Plasmodiokarp sosis şeklinde kısa, yzrk şeklinde, dallı, pürztlü, düzensiz sarı rengine granüllere sahip, 0.3-0.5 mm uzunluğundan 1.2 mm boyuna kadar uzayabilen

küçük gruplar halindedir; Sap zayıf membransı krem renginde; Hipotallus dayanıklı; Kapillitium ağsı tüpler kireç dolu sarı renkli; Peridium çift katmanlı dış yüzeyi pürüzlü, sarı kireç mevcut, iç tarafı kırılğan bir yapıya sahip; Kolumella mevcut değil; Sporlar gevşek yığınlar şeklinde bağlı, ışıpta soluk mor kahverengi, biraz siğilli (Şekil 2).

Hatay-Yayladağı Salakçam Tepeleri, *Pinus brutia* Ten. odunu üzerinde, 507 m, 35° 54' 45" N; 36° 02' 14" E, 24.12.2011, *Zümre* 164.



Şekil 2. *Badhamia nitens* var. *reticulata* Berk. & Broome ex Maseesa a) Plasmodiokarp
(b) Spor ve kireç görüntüsü

Türkiye’de bulunan *Badhamia* tür sayısı 14’tür (Sesli ve Denchev, 2010). *Badhamia* genusu Physarales takımına ait Physaraceae familyasında yer almaktadır. Physarales Sporlar koyu renkli, menekşe-kahverengi, koyu morumsu kahverengi ya da kitle halinde koyu kırmızı, kapillitium physaroidtir. Physaraceae familyasında kapillitium kalkerli kireç birikimleri bulundurur, peridiumda kireç granüler yapıdadır. *Badhamia* genusu kapillitiumda bulundurduğu hiyalin tübüller ve toplu halde sporlar bulundurması ile farklılık göstermektedir. Kapillitiumlar kireçli tübüllere sahip açık bir ağ oluşturmak için dallanan bir yapıya sahiptir (Ing, 1999). Kapillitium kireç nodları arasında saydam birleştirici iplikler yok veya çok azdır.

Mycetozoa’nın büyük kısmında sporlar serbest olup küresel veya oval şekildedir. Özellikle *Badhamia* cinsinin birkaç türünde sporlar karakteristik kümeler halinde birleşik gözlenir (Neubert ve ark., 1995). *Badhamia nitens* var. *reticulata* sporları gevşek yığınlar şeklindedir. Sporlar, ışıpta soluk mor kahverengi, hafif siğilli yapıdadır.

Fruktifikasyon yapısı plasmodiokarp, sosis şeklinde olup kısa uzantılara sahiptir. Kısa dallı, pürüzlü, düzensiz granüllere sahiptir. Sap çoğu *Badhamia* türlerinde olduğu gibi zayıf membransı yapıdadır, krem renğinde sürünücü yapıdadır. Kapillitium ağsı, tüpler kireç dolu sarı renklidir. Peridium çift katlı olup dış yüzeyi pürüzlü, sarı renkli kireç birikimleri mevcut, iç tarafı kırılğan bir yapıya sahip daha incedir. *Badhamia* türleri çok sıklıkla yaprak dökken ağaç kabuklarında sporokarp oluştururken (Stephenson, 2003) *Badhamia nitens* var. *reticulata* *Pinus brutia* odunu üzerinde nem odası tekniği ile elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Baba, H., Tamer, A.Ü. and Kalyoncu, F. 2008. New Myxomycete Records for Turkey: One New Genus and Three New Species. *Turkish Journal of Botany*, 32. 329-332.
- Baba, H. 2012. *Myxomycetes* of Mustafa Kemal University campus and environs. *Turkish Journal of Botany* 36: 769-777.
- Demirel, G., G. Kaşık. 2012. Four new records for *Physarales* from Turkey. *Turkish Journal of Botany* 36: 95-100.
- Farr, M.L., 1981. *True Slime Molds*. Dubuque Iowa: Wm. C. Brown Comp., 132.
- Gelen, M., 2012. Altınözü (Hatay) İlçesi Miksomisetlerinin Taksonomik Yönden Araştırılması, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Ing, B. 1999. *The Myxomycetes of Britain and Ireland*. , Slough, England: The Richmond Publishing Co.
- Lado, C. 2001. *Nomenmyx. A nomenclatural taxabase of Myxomycetes*, Madrid, 224. Neubert, H., Nowotny, W. and Baumann, K. 1995. *Die Myxomyceten (Band II)*.
- Gomaringen: Karlheinz Baumann Verlag.
- Sesli, E., Denchev. M.C., 2010 Checklist of the Myxomycetes, larger Ascomycetes and larges Basidiomycetes in Turkey, *Mycotaxon*,106. 65-67.
- Stephenson, S.L. 2003. *Myxomycetes of New Zealand*, Hong Kong: Fungal diversity Press.

Giresun İli Kelebek (Lepidoptera) Tür Çeşitliliği Üzerine Gözlem Çalışmaları ve Bazı İlk Kayıtlar

Zeynel CEBECİ¹, Erol ATAY²

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyometri ve Genetik ABD, 01330, Adana, TÜRKİYE

²Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antakya-Hatay, TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 06.10.2012

Sorumlu Yazar: zcebeci@cu.edu.tr

Kabul Tarihi: 12.12.2012

Özet

Giresun ilinde dağılışı gösteren kelebek türlerinden daha önceki çalışmalarda saptanan 62 tanesi Kemal ve Koçak (2011) tarafından hazırlanmış listede yayınlanmıştır. Bununla birlikte 2000-2012 yılları arasında yapılan saha gözlemleri ile yeni türlerin varlığı saptanmış ve tür sayısının daha fazla olduğu anlaşılmıştır. En son 2011-2012 yıllarında yapılan saha çalışmalarıyla 18 yeni tür kaydı daha yapılarak Giresun ili kelebek çeşitliliği 111 tür olarak güncellenmiştir. Elde edilen bulgulara göre Giresun ilinde Hesperidae ailesinden 11, Papilionidae ailesinden 5, Pieridae ailesinden 16, Nymphalidae ailesinden 41 ve Lycaenidae ailesinden 38 tür dağılışı göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kelebek, Lepidoptera, Giresun, Yeni Kayıt

Observation Studies on Butterfly Species Variety (Lepidoptera) in Giresun and Some First Records

Abstract

Sixty-two out of butterfly species in Giresun, presented on the butterfly list by Kemal and Koçak (2011) were identified through prior studies in Turkey. In addition, it was recognized that the number of species was more with field observations carried out between the 2005-2012. Butterfly diversity in Giresun was updated as 111 species after recording 18 new species through latest field studies made during the years 2011 and 2012. According to findings obtained, 11 from Hesperidae family, 5 from Papilionidae family, 16 from Pieridae family, 41 from Nymphalidae family and 38 from Lycaenidae family are scattered in Giresun.

Keywords: Butterfly, Lepidoptera, Giresun, First Record

GİRİŞ

Giresun ili kelebek biyoçeşitliliği üzerinde yapılan çok az sayıda çalışma söz konusudur. Nitekim bunun sonucu olarak Kemal ve Koçak (2011)'ın yayınladıkları en son listede ildeki kelebek sayısı 62 tür olarak bildirilmektedir. Bu liste Hesselbarth ve ark. (1995) tarafından verilen dağılımlarla da örtüşmektedir. Sonraki yıllarda Şebinkarahisar'da yapılan gözlemlerde Olivier ve ark. (2000) *Polyommatus sigberti* ve Schurian (2002) *Polyommatus torulensis* türlerinin varlığını bildirmişlerdir. Bu iki türün eklenmesiyle ilin tür sayısı 64'e ulaşmıştır.

Sonraki yıllarda, Hıdır ve ark. (2005) tarafından hazırlanan İl Çevre Durum Raporu'nda 27 tür listelenmiştir. Saha gözlemlerine dayalı olarak oluşturulduğu tahmin edilen bu listede verilen türlerden 12'sinin önceki listelerde bulunmadığı anlaşılmaktadır. Karaçetin ve ark. (2011) Gümüşhane'nin Kürtün ve Torul ilçelerini kapsayan ve içinde Alucra'nın da yer aldığı KA05 bölgesinde *Boloria caucasica* (Lederer, 1852) (Kafkas Menekşekelebeği), *Erebia melancholica* Herrich-Schaffer, 1846 (Mecnun Güzelesmeri) ve *Erebia otomana* Herrich-Schaffer, 1847 (Harem Güzelesmeri) türlerini öncelikli türler olarak listelemişlerse de hangilerinin Alucra'ya ait olduğu belirtilmediğinden bu türler il listesinde incelenmemişlerdir. Doğa Koruma Merkezi (DKM)'nin Anadolu Çaprazı Projesi kapsamında 2008 yılında yapılan saha gözlemlerinde de daha önceki çalışmalarda listelenmeyen 7 tür daha gözlenerek toplam sayı 90'a ulaşmıştır. Kelebek gözlemcileri tarafından 2008-2012 yıllarında yapılan ve AdaMerOs (adameros.org), Kelebek Türk (kelebek-turk.com) ve Trakel (trakel.org) kelebek gözlem sitelerinde yayınlanan yeni kayıtlarla Giresun ili kelebek türü sayısı 93 olmuştur (Tablo 1).

Giresun ili tür varlığının saptanması amacıyla 2011-2012 yıllarında tarafımızca iki saha çalışması gerçekleştirilmiş ve önceki listelerde bulunmayan 18 yeni tür daha gözlenerek ilin tür sayısı 111 olarak güncellenmiştir. Bu çalışmada, Giresun ili kelebek tür listesi ve son yapılan arazi çalışmalarında gözlenen yeni kayıtlar verilmiştir.

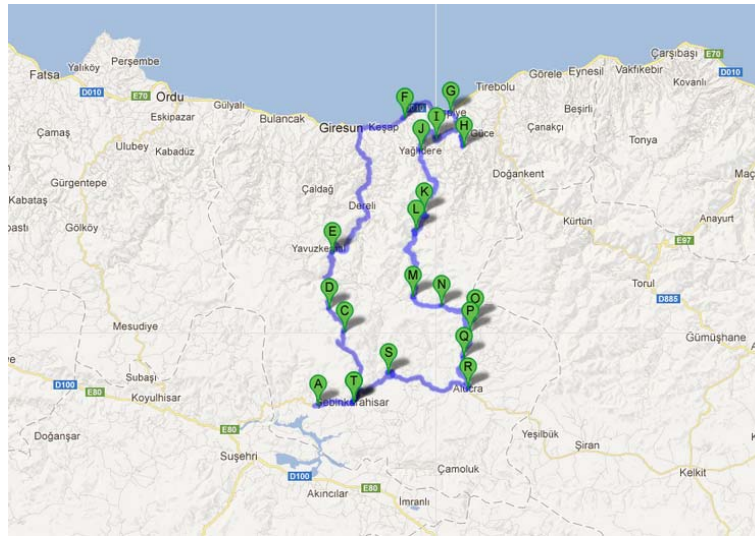
MATERYAL ve METOTLAR

Giresun iline ait kelebeklerin belirlenmesini amaçlayan çalışmamız 2011-2012 yıllarında, farklı yükseklik ve değişik bitki örtüsüne sahip çeşitli lokalitelerde arazi çalışmaları ve saha gözlemleri şeklinde yürütülmüştür.



Şekil 1. Giresun ilinin coğrafi konumu

İlki Ağustos 2011 sonunda Şebinkarahisar-Alucra-Yağlıdere-Espiye-Keşap-Giresun hattında; ikincisi de Temmuz 2012’de Şebinkarahisar-Dereli-Giresun-Keşap-Espiye hattında olmak üzere iki güzergâh üzerinde arazi ve saha gözlemi çalışmaları yapılmıştır (Şekil 2). Gözlemlere ait lokaliteler, gözlem tarihleri ve gözlenen türler Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 2. Giresun ili gözlem lokaliteleri

Arazi ve saha gözlem çalışmalarımızda kelebekler günün erken saatinden başlanarak gözlemlenmiş, fotoğraflanmış ve türleri belirlenmiştir. Gözlemlenen her bir tür kayıt altına alınmıştır.

BULGULAR***İlin Ekolojik Özellikleri***

Giresun, Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz bölümünde yer alan, 6934 km² yüzölçümüne sahip bir ildir (Şekil 1). İl, arazinin çevresel özellikleri, tarım, toprak yapısı, arazi yapısı ve arazi örtüsüne göre iki ayrı agro-ekolojik alt bölgede incelenmektedir. Giresun Dağları'nın kuzeyinde, Karadeniz sahil kuşağında yer alan İl merkezi, Piraziz, Bulancak, Keşap, Dereli, Espiye, Yağlıdere, Tirebolu, Doğankent, Güce, Görele, Çanakçı ve Eynesil ilçeleri birinci alt bölgede; Şebinkarahisar, Alucra, Çamoluk ise ikinci alt bölgede yer almaktadır. İlin kuzeyinde yer alan birinci alt bölge yağış ortalaması çok yüksek, akarsular ve orman örtüsü bakımından zengin ekolojik karaktere sahiptir. 800 m yüksekliklere kadar fındık ve meyve ağaçları ile kızılbaş, akcağaç, kayın, gürgen, meşe, ıhlamur ve kestane gibi genellikle yapraklarını döken ağaçlardan oluşan bitki örtüsüne sahiptir. Orta yüksekliklerde, 800–1200 m arasında iğne yapraklı ağaçlardan sarıçam, ladin ve köknar ile dişbudak ve meşe ağaçlarına rastlanmaktadır. 2000 m'den yukarıda ise genellikle Alpin bitki örtüsü görülmektedir. Orman ağaçlarının arasında orman gülü, çalı çiçeği, ılgın, karayemiş, defne, şimşir gibi çalı formunda bitkiler bulunmaktadır. Toprak üstü florası böğürtlen, şerbetçi otu, çeşitli çayır otları, eğrelti otu, çuha çiçeği, düğün çiçeği, yabani çilek, basur otu, ısırgan, kuzukulağı, geven, kekik, nane, çeşitli yosunlar, kardelen, zambak, sahlep, sıklamen gibi sürünücü, otsu ve soğanlı bitkiler ile mantarlardan oluşmaktadır (Hıdır ve ark. 2005).

Ortalama yüksekliği 1000-1500 m olan ve ağırlıklı olarak Kelkit Vadisi havzasında yer alan ikinci agro-ekolojik alt bölge ise yazları kurak ve sıcak iklim karakteri gösteren bir geçit bölgesidir. Bu alt bölgede karasal iklimin etkili olduğu step bitkileri bulunmaktadır. Giresun Dağları, coğrafik olarak İç ve Doğu Anadolu ile Doğu Karadeniz Bölgeleri arasında, bitki coğrafyası bakımından Avrupa-Sibirya ile İran-Turan floristik bölgeleri arasında geçiş alanında bulunmaktadır. Bu tip geçiş bölgeleri bir yandan Karadeniz'in nemli, diğer taraftan İç Anadolu'nun kurak ikliminin etkisi altında olması nedeniyle her iki bölgeye ait bitkileri içermekte ve bitki biyoçeşitliliği bakımından ilginç özellikler göstermektedir. Nitekim Giresun Dağlarının kuzeyi ile güneyi arasındaki iklim ve yağış farkı, güney kesimlerinde step alanlarının, kıyı ile

dağlar arasında kalan kesimlerde ise orman alanlarının artışına neden olmuştur (Karaer, 2012).

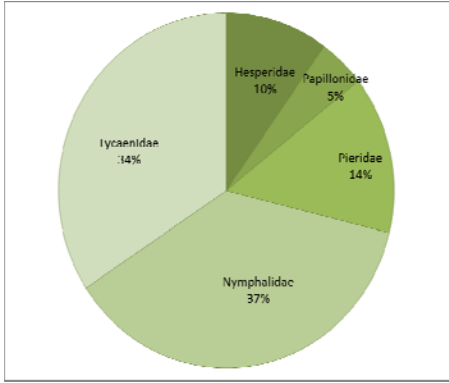
Tablo 1. Giresun ilinde gözlem lokaliteleri ve gözlenen türler

| Lokalite | Yer | Yükseklik | Tarih | Türler* |
|----------|---------------------------------|-----------|---------------------------------------|--|
| A | Şebinkarahisar- Ahurcuk | 1110 m | 17.07.2012 | L34 |
| B | Şebinkarahisar - Tamzara | 1377 m | 01.09.2011, 15.07.2012, 20.07.2012 | H1, L24, PI16 |
| C | Şebinkarahisar - Eğribel Geçidi | 2111 m | 15.07.2012,20.07.2012 | N12 |
| D | Dereli - Tamdere Köyü | 1720 m | 01.09.2011, 15.07.2012, 20.07.2012 | L9, L11, L19, L34, N1, N3, N13, N19, N27, N28, N29, PI3, |
| E | Dereli - Pınarlar Köyü | 1210 m | 01.09.2011, 15.07.2012, 20.07.2012 | H5, N6, N23, PI7, PI4 |
| F | Keşap - Yolağzı | 23 m | 15.07.2012 | N5, PI14, PI15 |
| G | Espiye - Merkez | 20 m | 29.08.201, 16-17.07.2012 | N22, PI14, PI15 |
| H | Espiye – Güneyköy | 540 m | 31.08.2011, 18.07.2012 | H5, PI4, PI15 |
| I | Espiye – Cibril Mah. | 405 m | 30-31.08.2011, 18-19.07.2012 | H5, L2, L3, L6, N5, N10, N12, N22, N31, N33, N34, N41, PI13, PI4, PI7, PI14, PI15 |
| J | Yağlıdere - Kurucalı köyü | 960 m | 29.08.2011, 17.07.2012 | L34, PI4, PI13, PI7, PI15 |
| K | Yağlıdere - Üçtepe | 840 m | 29.08.2011, 17.07.2012 | L3, N20, N22, PI8, PI13, PI16 |
| L | Yağlıdere – Sınır köyü | 850 m | 29.08.2011, 17.07.2012 | L34, N22, N34,PI13, PI14, PI8 |
| M | Alucra – Çakrak köyü | 1480 m | 29.08.2011 | L22, N4 |
| N | Alucra – Tohumluk köyü | 1680 m | 29.08.2011 | L11, L28, L29, |
| O | Alucra – Elmacık Köyü | 1800 m | 29.08.2011 | L28, PI15 |
| P | Alucra – Ardıç Köyü | 1690 m | 29.08.2011 | L10, L13, L18, L22, L30 |
| Q | Alucra – Koman Köyü | 1471 m | 29.08.2011 | L18, L30, L33 |
| R | Alucra - Merkez | 1470 m | 29.08.2011 | L33, L34, N12, N15 |
| S | Şebinkarahisar – Konak Köyü | 1410 m | 29.08.2011 | L34, N4, N15, PA2 |
| T | Şebinkarahisar – Ahurcuk | 1110 m | 20.07.2012 | L34, PI16 |

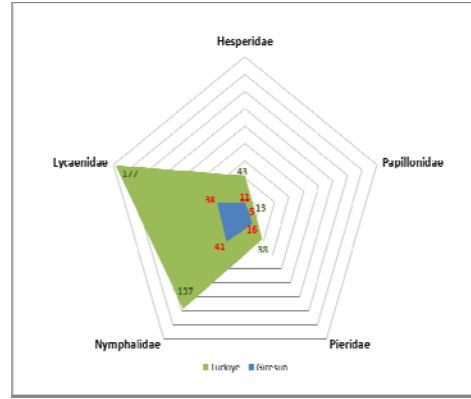
* Tablo 2’de ilgili koda bakınız.

Kelebek Türleri ve Yeni Kayıtlar

Çeşitli yıllarda yapılan saha çalışmaları ve gözlem bulgularına göre Giresun ilinde yaşayan toplam 111 kelebek türü Tablo 2’de verilmiştir. Giresun ilinde dağılım gösteren kelebek türlerinden 11’i (%10) Hesperidae; 5’i (%5) Papilionidae; 16’sı (%14) Pieridae; 38’i (%34) Lycaenidae ve 41’i (%37) Nymphalidae ailesindedir (Şekil 3). Elde edilen bulgular ilin coğrafik özellikleriyle uyum içinde olup büyük bölümü yağışlı ve ormanlarla kaplı ilde Pieridae ve Nymphalidae ailesinden kelebek türlerinin yaygın olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin sahil bandında Cengaver (*Argynnis paphia* Linnaeus 1758) ile Büyük Beyazmelek (*Pieris brassicae* Linnaeus 1758) türlerini sıkça görmek mümkündür.



Şekil 3. Giresun ili kelebek türlerinin ailelere göre dağılımı



Şekil 4. Giresun ili kelebek türlerinin Türkiye tür varlığı ile karşılaştırması

Tablo 3 ve Şekil 4’den de izlenebileceği gibi Giresun 111 tür ile Türkiye’nin kelebek biyoçeşitliliğinin dörtte birinden fazlasına sahiptir. İl, beyaz ve sarı kelebek türleri (Pieridae) ile Kırlangıçkuyruk ve Apollolar (Papilionidae) açısından Türkiye biyoçeşitliliğinin yaklaşık %40’ına sahipken diğer ailelerde ise %25’i düzeyinde kalmaktadır. Elde edilen bu bulgular iki agro-ekolojik zonu bulunan ve yüzölçümü küçük bir il için tür bakımından göreceli zenginliği göstermektedir.

İldeki gözlemlere göre Lycaenidae ailesine ait türlerin ikinci agro-ekolojik bölgede (Şebinkarahisar ve Alucra) ve birinci agro-ekolojik bölgenin yükseklerinde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır (Tablo 2). *Cupido argiades* (Everes) ve *Polyommatus icarus* (Çokgözlü mavi) Lycaenidae türleri arasında istisna oluşturarak sahil bandına yakın orta ve düşük irtifalarda da gözlenmektedir. Saytridae ailesine ait tür kayıtlarının büyük bölümü ise Şebinkarahisar ve Alucra ilçelerinde yoğunlaşmaktadır. Sahil

bölgesinde ise en yaygın şekilde Pieridae türleri yanında bazı Nymphalidae türleri ile Hesperidae'lerden Orman Zıpzıpı (*Ochlodes venatus*) görülmektedir. Sahil bandındaki habitatlar genelde fındık tarımı yapılan araziler olmasına karşın Karanlık Orman Esmeri (*Pararge aegeria*), Cengaver (*Argynnis paphia*), Yırtıkırtık (*Polygonium c-album*), Atalanta (*Vanessa atalanta*) ve Orakkanat (*Gonepteryx rhamni*) türleri açısından da zengindir.

Tablo 2. Giresun ili kelebek türleri

| No | Aile | Türkçe Adı | Tür Adı | Kaynak |
|-----|--------------|-----------------------|--|--|
| H1 | Hesperidae | Hatmi Zıpzıpı | <i>Carcharodus (s.str.) alceae</i> (Esper,[1780]) | İlk kayıt |
| H2 | Hesperidae | Kara zıpzıp | <i>Erynnis (Hesperopegasus) marloyi</i> (Boisduval,[1834]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| H3 | Hesperidae | Paslı zıpzıp | <i>Erynnis (s.str.) tages</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011) |
| H4 | Hesperidae | Gümüşbenekli zıpzıp | <i>Hesperia comma</i> (Linnaeus, 1758) | (KelebekTürk, V.Bozacı, 20.08.08), (AdaMerOs-S.Salkutlu, Kümbet, 11.08.12) |
| H5 | Hesperidae | Orman Zıpzıpı | <i>Ochlodes venatus</i> (Bremer & Grey, [1852]) | Hıdır ve ark. (2005), (AdaMerOs-H.Sevgili, Giresun,13.06.10) |
| H6 | Hesperidae | İspanyol Zıpzıpı | <i>Pyrgus armoricanus</i> (Oberthur,1910) | Kemal ve Koçak (2011), |
| H7 | Hesperidae | Ege Zıpzıpı | <i>Pyrgus melotis</i> (Duponchel,[1834]) | Kemal ve Koçak (2011), (AdaMerOs-O.Yeğin, Giresun,16.04.09) |
| H8 | Hesperidae | Zeytuni Zıpzıp | <i>Pyrgus serratalae</i> (Rambur,[1839]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| H9 | Hesperidae | Sarıbandlı Zıpzıp | <i>Pyrgus sidae</i> (Esper,[1784]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| H10 | Hesperidae | Kızıl Zıpzıp | <i>Spialia (Neospialia) orbifer</i> (Hübner,[1823]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| H11 | Hesperidae | Sarıanteni Zıpzıp | <i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda,1761) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PA1 | Papilionidae | Yalancı Apollo | <i>Archon apollinus</i> (Herbst,1798) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PA2 | Papilionidae | Erik Kırlangıçkuyruğu | <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus,1758) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005) |
| PA3 | Papilionidae | Apollo | <i>Parnassius (s.str.) apollo</i> (Linnaeus,1758) | (Trakel-M.Güllüçü, Ş.Karahisar, 31.07.09) |
| PA4 | Papilionidae | Kafkasfistosu | <i>Zerynthia (Allancastris) caucasica</i> (Lederer,1864) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PA5 | Papilionidae | Stepfistosu | <i>Zerynthia (Allancastris) deyrollei</i> (Oberthur, 1869) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PI1 | Pieridae | Turuncüslü | <i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PI2 | Pieridae | Stepsüslüsü | <i>Anthocharis gruneri</i> (Herrich-Schäffer,[1851]) | Hıdır ve ark. (2005) |
| PI3 | Pieridae | Alıçbeyazı | <i>Aporia (s.str.) crataegi</i> (Linnaeus, 1758) | Hıdır ve ark. (2005) |

Tablo 2. Devamı

| | | | | |
|------|-------------|-------------------------|--|---|
| PI4 | Pieridae | Sarı Azamet | <i>Colias (Eriocolias) crocea</i> (Fourcroy,1785) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005), (Trakel-M.Gülücü, Ş.Karahisar, 27.07.09) |
| PI5 | Pieridae | Dağ Oyklösü | <i>Euchloe (s.str.) ausonia</i> (Hubner,[1804]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PI6 | Pieridae | Anadolu Orakkanadı | <i>Gonepteryx (s.str.) farinosa</i> (Zeller,1847) | Hıdır ve ark. (2005) |
| PI7 | Pieridae | Orakkanat | <i>Gonepteryx (s.str.) rhamni</i> (Linnaeus, 1758) | Hıdır ve ark. (2005), (Trakel-M.Gülücü, Ş.Karahisar, 20.07.08) |
| PI8 | Pieridae | Doğulu Narinormanbeyazı | <i>Leptidea duponcheli</i> (Staudinger,1871) | (AdaMerOs-O.Yeğin, Giresun, 16.04.09) |
| PI9 | Pieridae | Narin Orman Beyazı | <i>Leptidea sinapis</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005) |
| PI10 | Pieridae | Küçük Dağ Beyaz Meleği | <i>Pieris (Artogeia) ergane</i> (Geyer,[1828]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PI11 | Pieridae | Mann'ın Beyazmeleği | <i>Pieris (Artogeia) mannii</i> (Mayer, 1851) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PI12 | Pieridae | İran Beyazmeleği | <i>Pieris (Artogeia) persis</i> (Verity, 1922) | Kemal ve Koçak (2011) |
| PI13 | Pieridae | Yalancı Beyazmelek | <i>Pieris (Artogeia) pseudorapae</i> Verity, 1908 | Kemal ve Koçak (2011) |
| PI14 | Pieridae | Küçük Beyaz Melek | <i>Pieris (Artogeia) rapae</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005) |
| PI15 | Pieridae | Büyük beyaz Melek | <i>Pieris (s.str.) brassicae</i> (Linnaeus,1758) | Hıdır ve ark. (2005) |
| PI16 | Pieridae | Yeni Benekli Melek | <i>Pontia edusa</i> (Fabricius,1777) | Kemal ve Koçak (2011) |
| N1 | Nymphalidae | Aglais | <i>Aglais urticae</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), (KelebekTürk, V.Bozacı, 19.08.08) |
| N2 | Nymphalidae | Büyük İnci | <i>Argynnis (Fabriciana) adippe</i> (Rottemburg,1775) | Hıdır ve ark. (2005) |
| N3 | Nymphalidae | Niyobe | <i>Argynnis (Fabriciana) niobe</i> (Linnaeus,1758) | İlk kayıt |
| N4 | Nymphalidae | Bahadır | <i>Argynnis (Pandoriana) pandora</i> ([Denis & Schiffermiiller], 1775) | (KelebekTürk-V.Bozacı, 18.08.2008) |
| N5 | Nymphalidae | Cengaver | <i>Argynnis (s.str.) paphia</i> (Linnaeus, 1758) | (Trakel-S.Bilgin, Giresun, 22.07.2008),(AdaMer os-H.Sevgili, Giresun, 13.06.2010) |
| N6 | Nymphalidae | Güzel İnci | <i>Argynnis (Speyeria) aglaja</i> (Linnaeus,1758) | Kemal ve Koçak (2011) |
| N7 | Nymphalidae | Step Cadısı | <i>Chazara (Neochazara) anthe</i> (Hoffmannsegg,1804) | (Trakel-M.Gülücü, Ş.Karahisar, 20.07.2008) |
| N8 | Nymphalidae | Kızıl Cadı | <i>Chazara (s.str.) bischoffi</i> (Herrich-Schaffer,[1846]) | (KelebekTürk, V.Bozacı, 19.08.2008) |
| N9 | Nymphalidae | Karamurat | <i>Brintesia circe</i> (Fabricius, 1775) | Hıdır ve ark. (2005) |
| N10 | Nymphalidae | Mor İnci | <i>Boloria (Clossiana) dia</i> (Linnaeus,1767) | İlk kayıt |
| N11 | Nymphalidae | Cadı | <i>Chazara (s.str.) briseis</i> (Linnaeus, 1764) | Hıdır ve ark. (2005), (Trakel-M.Gülücü, Ş.Karahisar, 21.07.2008), (KelebekTürk, V.Bozacı, 19.08.2008) |

Tablo 2. Devamı

| | | | | |
|-----|-------------|---------------------------|---|--|
| N12 | Nymphalidae | Küçük Zıpzıpperisi | <i>Coenonympha (s.str.) pamphilus</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005) |
| N13 | Nymphalidae | İskoç Güzelesmeri | <i>Erebia aethiops</i> (Esper,[1777]) | İlk kayıt |
| N14 | Nymphalidae | Kayaesmeri | <i>Esperarge (s.str.) clymene</i> (Fabricius,1787) | (Trakel-M.Güllücu, Ş.Karahisar, 09.07.2010) |
| N15 | Nymphalidae | Esmerperi | <i>Hyponphele (s.str.) lupina</i> (Costa,[1836]) | İlk kayıt |
| N16 | Nymphalidae | Tavus | <i>Inachis io</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005), (Trakel-A.Karataş, 12.07.2010) |
| N17 | Nymphalidae | İspanyol Kraliçesi | <i>Issoria lathonia</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011) |
| N18 | Nymphalidae | Ağaçesmeri | <i>Kirinia (Melike) roxelana</i> (Cramer, [1777]) | Hıdır ve ark. (2005), (Trakel-M.Güllücu, Ş.Karahisar, 09.07.2010) |
| N19 | Nymphalidae | Esmerboncuk | <i>Lasiommata maera</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011) |
| N20 | Nymphalidae | Küçük Esmerboncuk | <i>Lasiommata megera</i> (Linnaeus, 1767) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005), (AdaMerOs-Ş.Ton, Ş.Karahisar, 27.06.2012) |
| N21 | Nymphalidae | Akdeniz Hanımelı Kelebeği | <i>Limenitis (Azuritis) reducta</i> (Staudinger,1901) | Hıdır ve ark. (2005) |
| N22 | Nymphalidae | Çayıresmeri | <i>Maniola (s.str.) jurtina</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005), (KelebekTürk, V.Bozacı, 23.08.2008) |
| N23 | Nymphalidae | Orman Melikesi | <i>Melanargia (s.str.) galathea</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011) |
| N24 | Nymphalidae | Anadolu Melikesi | <i>Melanargia (Turcargia) larissa</i> (Geyer,[1828]) | Kemal ve Koçak (2011), (KelebekTürk, V.Bozacı, 19.08.2008) |
| N25 | Nymphalidae | Cezayirli İparhan | <i>Melitaea (Cinclidia) (phoebe) punica</i> (Oberthur,1876) | Kemal ve Koçak (2011) |
| N26 | Nymphalidae | Benekli İparhan | <i>Melitaea (Didymaeformis) didyma</i> (Esper,[1779]) | Kemal ve Koçak (2011), (KelebekTürk, V.Bozacı, 20.08.2008) |
| N27 | Nymphalidae | Kafkasyalı İparhan | <i>Melitaea (Didymaeformis) interrupta</i> (Kolenati,1846) | Hıdır ve ark. (2005) |
| N28 | Nymphalidae | Amannisa | <i>Melitaea (Melicta) athalia</i> (Rottemburg,1775) | İlk kayıt |
| N29 | Nymphalidae | Güzel Amannisa | <i>Melitaea (Melicta) aurelia</i> (Nickerl,1850) | İlk kayıt |
| N30 | Nymphalidae | İparhan | <i>Melitaea (s.str.) cinxia</i> (Linnaeus,1758) | Kemal ve Koçak (2011), (AdaMerOs-Ş.Ton, Ş.Karahisar, 27.06.2012) |
| N31 | Nymphalidae | Karahayalet | <i>Minois dryas</i> (Scopoli,1763) | İlk kayıt |
| N32 | Nymphalidae | Sarı Bandlı Kadife | <i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), (Trakel-M.Güllücu, Ş.Karahisar, 04.07.2010) |

Tablo 2. Devamı

| | | | | |
|-----|-------------|-----------------------|---|---|
| N33 | Nymphalidae | Karanlık Orman Esmeri | <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005), (Trakel-S.Bilgin, Tirebolu, 21.07.2008) |
| N34 | Nymphalidae | Yırtıkırtık | <i>Polygonia (Comma) c-album</i> (Linnaeus,1758) | Hıdır ve ark. (2005) |
| N35 | Nymphalidae | Anadolu Yırtıkırtığı | <i>Polygonia (Comma) egea</i> (Cramer, [1775]) | Hıdır ve ark. (2005) |
| N36 | Nymphalidae | Anadolu Yalancıcadı | <i>Pseudochazara (Achazara) anthelea</i> (Hübner,[1824]) | (Trakel-B.Bilgen, Ş.Karahisar, 18.08.2008) |
| N37 | Nymphalidae | Osmanlı Yalancıcadı | <i>Pseudochazara (s.str.) mamurra</i> (Herrich-Schaffer, [1846]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| N38 | Nymphalidae | Step Yalancıcadı | <i>Pseudochazara (s.str.) mniszehii</i> (Herrich-Schaffer,[1851]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| N39 | Nymphalidae | Anadolu Şehzadesi | <i>Thaleropsis ionia</i> (Eversmann,1851) | Kemal ve Koçak (2011), (Trakel-B.Bilgen, Ş.Karahisar, 18.08.2008) |
| N40 | Nymphalidae | Diken Kelebeği | <i>Vanessa (Cynthia) cardui</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005) |
| N41 | Nymphalidae | Atalanta | <i>Vanessa (s.str.) atalanta</i> (Linnaeus, 1758) | İlk kayıt |
| L1 | Lycaenidae | Zümrüt | <i>Callophrys rubi</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L2 | Lycaenidae | Kutsal Mavi | <i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011), (KelebekTürk, V.Bozacı, 20.08.2008) |
| L3 | Lycaenidae | Everes | <i>Cupido (Everes) argiades</i> (Pallas,1771) | İlk kayıt |
| L4 | Lycaenidae | Mavi Osiris | <i>Cupido (s.str.) osiris</i> (Meigen,[1829]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L5 | Lycaenidae | Karagözlü Mavi | <i>Glaucopsyche (s.str.) alexis</i> (Poda,1761) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L6 | Lycaenidae | Lampides | <i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767) | İlk kayıt |
| L7 | Lycaenidae | Alevli Bakırgüzeli | <i>Lycaena (Alciphronia) alciphron</i> (Rottemburg,1775) | Kemal ve Koçak (2011), (KelebekTürk, V.Bozacı, 20.08.2008) |
| L8 | Lycaenidae | Anadolu Ateşgüzeli | <i>Lycaena (Thersamonia) asabinus</i> (Gerhard, [1850]) | (KelebekTürk, V.Bozacı, 19.08.2008) |
| L9 | Lycaenidae | Orman Bakırgüzeli | <i>Lycaena (Heodes) virgaureae</i> (Linnaeus,1758) | İlk kayıt |
| L10 | Lycaenidae | İsli Bakırgüzeli | <i>Lycaena (Loweia) tityrus</i> (Poda,1761) | Kemal ve Koçak (2011), (KelebekTürk, V.Bozacı, 20.08.2008) |
| L11 | Lycaenidae | Ateş Bakırgüzeli | <i>Lycaena (Palaeochrysophanus) candens</i> (Herrich-Schaffer,[1845]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L12 | Lycaenidae | Benekli Bakırgüzeli | <i>Lycaena (s.str.) phlaeas</i> (Linnaeus, 1761) | Kemal ve Koçak (2011), (Trakel-S.Bilgin, Espiye, 24.07.2008), (AdaMerOs-B.Göçmen, Espiye, 25.07.2009) |
| L13 | Lycaenidae | Alevli Ateşgüzeli | <i>Lycaena (Thersamonia) kefersteinii</i> (Gerhard, [1850]) | (KelebekTürk, V.Bozacı, 20.08.2008) |

Tablo 2. Devamı

| | | | | |
|-----|------------|--------------------------|--|--|
| L14 | Lycaenidae | Küçük Ateşgüzeli | <i>Lycaena (Thersamonia) thersamon</i> (Esper,[1784]) | Kemal ve Koçak (2011), (KelebekTürk, V.Bozacı, 20.08.2008) |
| L15 | Lycaenidae | Dağ Ateşi | <i>Lycaena (Thersamonia) thetis</i> (Klug, 1834) | (KelebekTürk, V.Bozacı, 19.08.2008) |
| L16 | Lycaenidae | Doğulu Esmergöz | <i>Plebejus (Kretania) carmon</i> (Gerhard, [1851]) | Kemal ve Koçak (2011), (Trakel-B. Bilgen, Ş.Karahisar, 18.08.2008) |
| L17 | Lycaenidae | Anadolu Esmergözü | <i>Plebejus (Plebejides) modicus</i> Verity,1935 | Kemal ve Koçak (2011) |
| L18 | Lycaenidae | Gümüşlekeli Esmergöz | <i>Plebejus (s.str.) argus</i> (Linnaeus, 1758) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L19 | Lycaenidae | Çokgözlü Ormanesmeri | <i>Polyommatus (Aricia (s.str.)) artaxerxes</i> (Fabricius,1793) | İlk kayıt |
| L20 | Lycaenidae | Çokgözlü Torulmavisi | <i>Polyommatus (Aricia (Pseudoaricia)) torulensis</i> (Hesselbarth & Siepe,1993) | Karaçetin ve Welch (2011) |
| L21 | Lycaenidae | Çokgözlü Balkanmavisi | <i>Polyommatus (Aricia (Ultraaricia)) anterus</i> (Freyer,[1838]) | Karaçetin ve ark. (2011) |
| L22 | Lycaenidae | Çokgözlü Anadolumavisi | <i>Polyommatus (Aricia (Ultraaricia)) crassipunctus</i> (Christoph,1893) | İlk kayıt |
| L23 | Lycaenidae | Sigbert'in Çokgözlüsü | <i>Polyommatus (s.str. (Agrodiaetus (Actisia))) sigberti</i> (Olivier, Poorten, Puplesiene & de Prins, 2000) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L24 | Lycaenidae | Anormal Çokgözlü | <i>Polyommatus (s.str. (Agrodiaetus (Admetusia))) admetus</i> (Esper,[1783]) | İlk kayıt |
| L25 | Lycaenidae | Hopfer'in Çokgözlüsü | <i>Polyommatus (s.str. (Agrodiaetus (Damaia))) hopfferi</i> (Gerhard,[1851]) | (KelebekTürk, V.Bozacı, 19.08.2008), (Trakel-B. Bilgen, Ş.Karahisar, 18.08.2008) |
| L26 | Lycaenidae | Çokgözlü Yalancıeros | <i>Polyommatus (s.str.) eroides</i> (Frivaldsky, 1835) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L27 | Lycaenidae | Çokgözlü Güzelmavi | <i>Polyommatus (s.str. (Cyaniris)) bellis</i> (Freyer,[1842]) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L28 | Lycaenidae | Çokgözlü Gökmavi | <i>Polyommatus (s.str. (Lysandra)) bellargus</i> (Rottemburg,1775) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L29 | Lycaenidae | Çokgözlü Yalancıillimavi | <i>Polyommatus (s.str. (Lysandra)) corydonius</i> (Herrich-Schaffer,[1852]) | İlk kayıt |
| L30 | Lycaenidae | Çokgözlü Dafnis | <i>Polyommatus (s.str. (Meleageria)) daphnis</i> ([Denis & Schiffermüller], 1775) | İlk kayıt |
| L31 | Lycaenidae | Çokgözlü Rusmavisi | <i>Polyommatus (s.str. (Neolysandra)) coelestinus</i> (Eversmann,1843) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L32 | Lycaenidae | Çokgözlü Amanda | <i>Polyommatus (s.str. (Plebicula)) amandus</i> (Schneider,1792) | Kemal ve Koçak (2011), Hıdır ve ark. (2005) |
| L33 | Lycaenidae | Çokgözlü Menekşemavisi | <i>Polyommatus (s.str. (Thersitesia)) thersites</i> (Canterer,[1835]) | İlk kayıt |
| L34 | Lycaenidae | Çokgözlü Mavi | <i>Polyommatus (s.str.) icarus</i> (Rottemburg,1775) | Kemal ve Koçak (2011), (Trakel-A. Karataş, Dereli, 02.07.2011) |
| L35 | Lycaenidae | Himalaya Mavisi | <i>Pseudophilotes vicrama</i> (Moore, 1865) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L36 | Lycaenidae | Mor Meşekelebeği | <i>Quercusia quercus</i> (Linnaeus,1758) | Kemal ve Koçak (2011), (KelebekTürk, V.Bozacı, 18.08.2008) |
| L37 | Lycaenidae | Bavius | <i>Rubrapterus bavius</i> (Eversmann,1832) | Kemal ve Koçak (2011) |
| L38 | Lycaenidae | Güzel Sevbeni | <i>Satyrium (Strymonidia) spini</i> (Fabricius,1787) | (KelebekTürk, V.Bozacı, 20.08.2008) |

Giresun ilinde 2011 ve 2012 yıllarında yaptığımız arazi ve gözlem çalışmalarımız sonucunda daha önceki listelerde yer almayan ve Giresun ili için ilk kayıt niteliğinde olan (*Argynnis niobe*, *Boloria dia*, *Erebia aethiops*, *Melitaea aurelia*, *Melitaea athalia*, *Hyponephele lupina*, *Minois dryas*, *Vanessa atalanta*, *Carcharodus alceae*, *Cupido argiades*, *Lampides boeticus*, *Polyommatus admetus*, *Polyommatus artaxerxes*, *Polyommatus corydonius*, *Polyommatus crassipunctus*, *Polyommatus daphnis*, *Polyommatus thersites*, *Lycaena virgaureae*) 18 tür daha saptanmıştır (Şekil 5). Bu türler arasında genelde Trakya, İstanbul, Kocaeli kayıtları alınan Karahayalet (*Minois dryas*) ve Morinci (*Boloria dia*) türleri de bulunmaktadır. Aynı şekilde sahil bandında Espiye ve Yağlıdere’de tespit edilen *Lampides boeticus* ve Everes (*Cupido argiades*) ile Şebinkarahisar’da tespit edilen Anormal Çokgözlü (*Polyommatus admetus*) ve Esmerperi (*Hyponephele lupina*) ile Alucra’da tespit edilen Çokgözlü Menekşemavisi (*Polyommatus thersites*) ve Çokgözlü Anadolomavisi (*Polyommatus crassipunctus*) de yeni tespit edilen diğer *Polyommatus* taksonlarıdır.

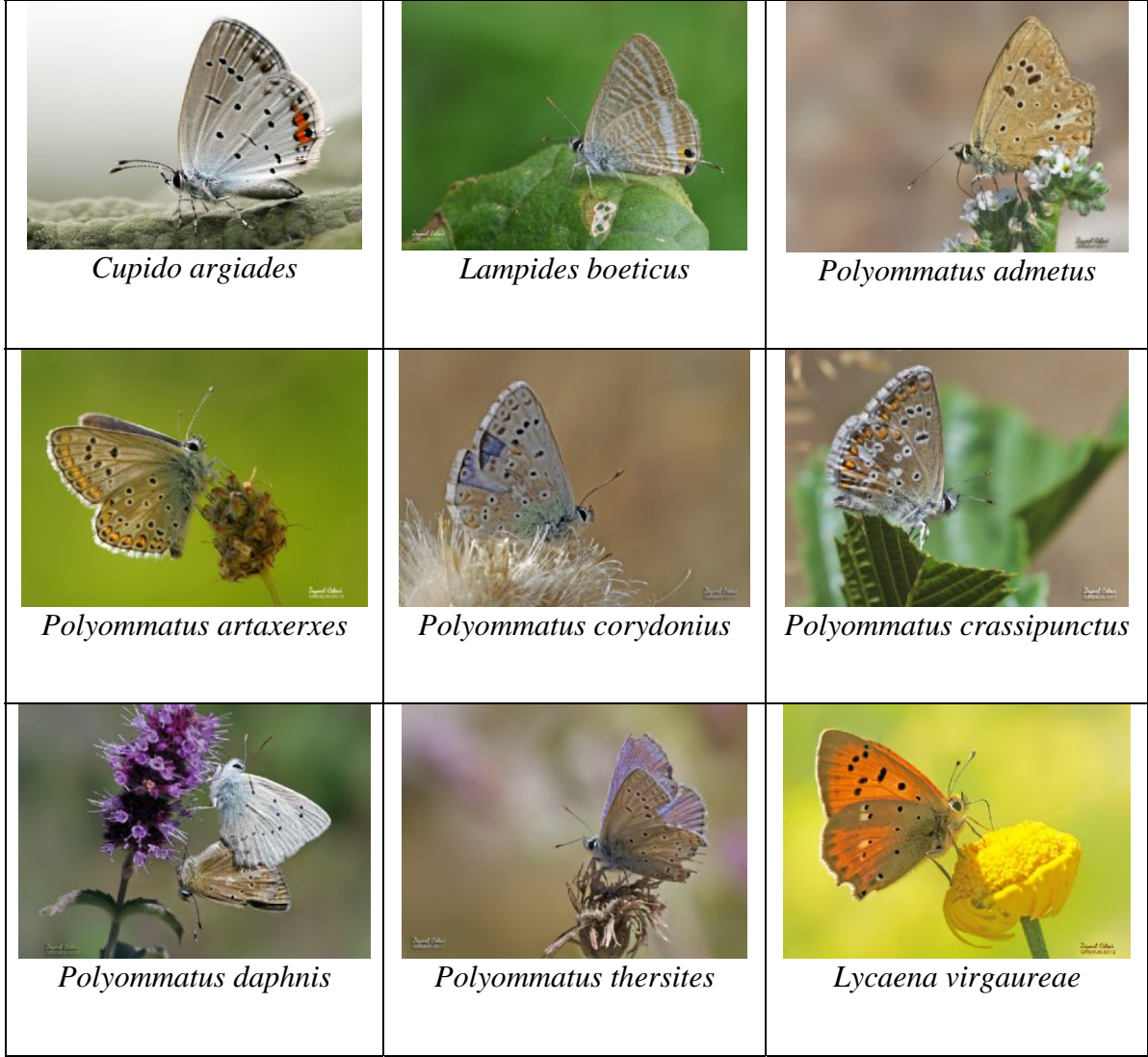
Tablo 3. Giresun İli Kelebek Türlerinin Ailelere Göre Dağılımları

| AİLE | Giresun | | Türkiye | |
|---------------|------------|---------------|------------|--------------|
| | (n) | % | (N) | (n/N) % |
| Hesperiidae | 11 | 9,91 | 43 | 25,58 |
| Papilionidae | 5 | 4,50 | 13 | 38,46 |
| Pieridae | 16 | 14,41 | 38 | 42,11 |
| Lycaenidae | 38 | 34,23 | 177 | 21,47 |
| Nymphalidae | 41 | 36,94 | 137 | 29,93 |
| Riodinidae | 0 | - | 1 | - |
| Toplam | 111 | 100,00 | 409 | 27,12 |



Şekil 5. Giresun için yeni kayıt türler

Gözlem yapılan lokalitelerden Eğribel Geçidi yakınında, birinci agro-ekolojik alt bölgesinde yer alan ve tam olarak ağaç sınırında bulunan Tamdere yaylasındaki habitatların (Şekil 6) bitki örtüsü çeşitliliği bu alanda en zengin kelebek türü varlığını sergilemektedir. Alucra ilçe merkezi ve köylerinin ise Lycaenidae türleri açısından zengin olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 5. Devamı



Şekil 6. Aksu Çayı kenarından bir habitat görünümü (Tamdere, Dereli)

SONUÇLAR

Giresun ili henüz tüm aylarda ilin tüm coğrafik alanı için saha çalışmalarıyla sistematik şekilde taranmamış olmasına karşın, yayınlarda listelenenlerin aksine orta düzeyde zengin bir kelebek biyoçeşitliliğine sahiptir. Son yapılan saha çalışmamızda 18 yeni türün daha gözlenmesi ilin kelebek çeşitliliğinin daha yüksek olabileceğine işaret etmektedir.

Gelecek yıllarda ilin güneyinde yer alan ve Şebinkarahisar, Alucra ve Çamoluk ilçelerini kapsayan karasal iklim karakterli alanların taranması ile özellikle Lycaenidae ve Nymphalidae ailesinden türlerin sayısında artış kaydedilebileceği tahmin edilmektedir. Zira Giresun'a göre daha sistemli çalışılmış olan komşu illerden Gümüşhane'de 181, Erzincan'da 199 ve Sivas'ta 167 tür olduğu bilinmektedir (Kemal ve Koçak, 2011). İlin güneyinde yer alan Alucra ve Çamoluk ilçelerindeki habitatın komşu illere benzer özellikler taşıması nedeniyle kelebek tür çeşitliliğinde özellikle Lycaenidae ailesinden farklı türlerin gözlenmesi olasıdır. Nitekim Karaçetin ve ark. (2011) Şebinkarahisar'ı Önemli Kelebek Alanı (KA04); Alucra'nın da içinde bulunduğu Gümüşhane'nin Kürtün ve Torul ilçelerini kapsayan KA05 nolu önemli kelebek alanları olarak inceleyerek ilin kelebek tür çeşitliliğine dikkat çekmişlerdir. Bunun yanında Karaçetin ve Welch (2011)'in Şebinkarahisar'da da dağılışı gösteren *Polyommatus torulensis* (Torul Çokgözlüsü)'i korumada öncelikli tür olarak listelemiş olmaları Giresun ilinin özellikle ikinci agro-ekolojik zonunda yer alan güney ilçelerinde kapsamlı çalışmalara gereksinim olduğunu da göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Hesselbarth, G., Van Oorschot H. ve Wagener, S. 1995. *Die Tagfalter der Türkei unter Berücksichtigung der angrenzenden Länder*. Bocholt 1-2: 1-1354, 3: 1-843. 3 Bde., 1354 S., 21 Tab., 75 Abb., 2 Farbkarten, 36 Farbtta 847 pp.
- Hıdır, A., Koser, A., Dervişoğlu, E., Tekbaş, T., Dada, A. S., Akbay, Z., Ayaz, A., Özdemir, M. ve Çetinkaya, G. 2005. Giresun İl Çevre Durum Raporu. 250 pp. (Retrieved from http://www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/giresun05.pdf on Nov 16th, 2012).
- Karaçetin, E., ve Welch, H. J. 2011. *Türkiye'deki Kelebeklerin Kırmızı Kitabı*. Doğa Koruma Merkezi, 125 pp., Ankara, Türkiye.
- Karaçetin, E., Welch, H. J., Turak, A., Balkız, Ö. ve Welch, G. 2011. *Türkiye'deki Kelebeklerin Koruma Stratejisi*. Doğa Koruma Merkezi, 65 pp., Ankara, Türkiye.
- Karaer, F. 2012. Giresun Dağlarının (Ordu-Giresun-Sivas), Endemik ve Nadir Tür ile Ekosistem Çeşitliliği. Biyoçeşitlilik Sempozyumu, 22-23 Mayıs 2012, 31-32 pp. Ankara.
- Kemal, M. ve Koçak, A. Ö. 2011. A synonymical, and distributional checklist of the Papilionoidea and Hesperioidea of East Mediterranean countries, including Turkey (Lepidoptera). *PRIAMUS – Serial Publication of the Centre for Entomological Studies* Ankara, Supplement Number 25 pp 162, 42 plts.
- Olivier, A., van der Poorten D., Puplesiene, J. ve De Prins, W. 2000. *Polyommatus (Agrodiaetus) artvinensis* stat. nov. and *P. (A.) sigberti* sp. nov., two vicariant species known so far only from Turkey (Lepidoptera: Lycaenidae). *Phegea* 28 (2): 57-74.
- Schurian, K. G. 2002. Beobachtungen bei der Zucht von *Polyommatus (Aricia) torulensis* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Phegea*, 30(2): 55-60.

Trace Elemental Contents in Tissues of Talang Queenfish, *Scomberoides commersonnianus*, from Karachi Coast, Pakistan

Quratulan AHMED¹, Farzana YOUSUF¹, Mustafa TÜRKMEN², Sadaf TABASSUM¹, Reza KHOSHNOOD³

¹Department of Zoology, University of Karachi, Karachi, PAKISTAN

²Department of Biology, Faculty of Science & Arts, University of Giresun, Giresun, TURKEY

³Department of Environment & Energy, Islamic Azad University, Science & Research Branch, Tehran, IRAN

Sorumlu Yazar: aquratulan_ku@yahoo.com

Geliş Tarihi: 12.09.2012

Kabul Tarihi: 02.12.2012

Abstract

Concentration of heavy metals (Cu, Zn, Fe, Pb, Cd, Cr, Ni) determined in the muscle, liver, kidney and gills of talang queenfish, *Scomberoides commersonnianus*. Sixty three fish samples collected seasonally from Karachi coast in Jan 2010-Dec 2010. Samples were analyzed by AAS-700. Results shown highest mean concentration of Fe (495.73), Cu (47.64) Cd (1.59), Cr (1.63), Ni (1.55) and Pb (1.65) were determined in liver, Zn (48.98) in kidney in µg/g. Lowest mean concentrations of Fe (16.55), Zn (5.31), Cu (4.57) were estimated in muscles, Cd (1.59) in liver, Cr (0.38), Ni (0.50), Pb (0.48) in gills in µg/g. Fe, Zn, Cu were higher in liver, kidney and gills and Cd, Cr, Ni, Pb were lowest in muscles, kidney and gills during all seasons. ANOVA analysis clearly revealed that there was a significant different in organs and seasons in fish.

Keywords: Trace elemental contents, *Scomberoides commersonnianus*, Karachi Coast, Pakistan

INTRODUCTION

Essential heavy metals are absolutely required by an organism to grow and complete its life cycle, become toxic when its concentration levels exceed those required for correct nutritional response by factors varying between 40 and 200 folds (Venugopal *et al.*, 1975). Marine pollution indeed is a critical environmental issue of concern across the globe when growing human population increase the intensities of anthropogenic threats exert on the environment a result municipalities and agriculture activities (Raja *et al.*, 2009). Specifically aquatic systems are more sensitive to heavy metal pollutants and the gradual increase in the levels of such metals in aquatic environment, mainly due to anthropogenic sources, became a problem of primary concern (Meybeck *et al.*, 1989; Allen *et al.*, 1993). Fishes are major part of the human diet and it is therefore not surprising that numerous studies have been carried out on metal pollution in different species of edible fish (Prudente *et al.*, 1997; Türkmen *et al.*, 2005; Tepe *et al.*, 2008; Türkmen *et al.*, 2008; 2009). Fish can response to environmental changes that can be used for pollution indicator study. Fish is a good bio-indicator because it is easy to be obtained in large quantity, potential to accumulate metals, long lifespan, optimum size for analysis and easy to be sampled (Batvari *et al.*, 2007). In general, studies on heavy metals by fish analysis can be important in two main aspects. First, from the public health point of view, where the attention has been drawn to the necessity of measuring the accumulation of heavy metals; particularly these metals which pose serious health hazards to humans (e.g. As, Pb, Hg). Second, from the aquatic environment view point, the main problem has been to prevent biological deterioration and to identify the sources which threaten ecological equilibrium. In this regard, the more abundant metals such as copper, zinc and manganese may sometimes represent greater hazard than lead, mercury and cadmium (Kinne, 1984). So, the present study has been conducted to determine the concentrations of Cu, Zn, Fe, Pb, Cd, Cr, Ni in the gill, muscles, kidney and liver of *Scomberoides commersonnianus* from coastal area of Karachi.

MATERIAL and METHODS

Sixty three (63) fishes (*Scomberoides commersonnianus*) were seasonally collected from Karachi coast (Figure 1). Twenty one fishes were taken in each season (pre-monsoon, monsoon, post-monsoon) from January 2010 to December 2010. Fish sample immediately transport to the laboratory, wash with distilled water to remove foreign particles, then taken length (cm) and weight (g) (Table 1) and then stored in a freezer (18 °C) until analysis. Approximately 5 g of samples muscle (edible parts), two gill arches from each sample, entire liver, and entire kidney were dissected, with the help of scalpels and scissors wash with de-ionized water, and take fresh weighted. Samples were ground and calcinated at 525 °C for 2 hrs until made up white or grey ash. The ashes were dissolved in 15 ml of 20 % (v/v) nitric acid, solutions was cooled and filtered and brought to final volume (50 ml) with distilled water. Sample blanks were prepared in the laboratory in a similar manner to the field samples. Calibration standards were prepared from multi element standard. All samples were analyzed for iron, zinc, copper, cadmium, lead, chromium and nickel by AAnalyst 700 Atomic Absorption spectrophotometer. All metal results were expressed as ug/g dry weight.

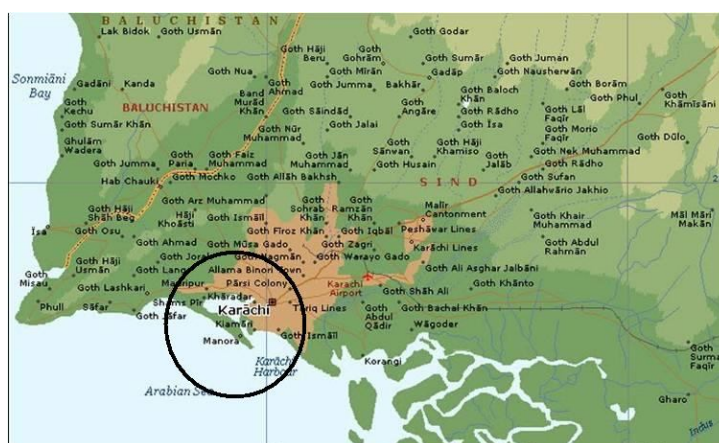


Figure 1. Location map of the study area (Karachi coast, Sindh, Pakistan)

Table 1. Mean length and weight of the species examined in the study (Mean±SD)

| Season | Number of sample | Length (cm) | Weight (g) |
|--------------|------------------|-------------|------------|
| Pre-monsoon | 21 | 36.8 ± 1.31 | 304 ± 32.2 |
| Mon-soon | 21 | 36.3 ± 1.33 | 292 ± 31.2 |
| Post-monsoon | 21 | 36.0± 1.29 | 286 ± 30.0 |

Obtained data was analyzed using two-way analysis of variance ANOVA at (95%) significant to investigate the interaction of season and organs and variation of the metal concentration in fishes. Other calculation was performed by Microsoft Excel 2010.

RESULTS and DISCUSSION

Concentration level of heavy metals showed in Table 2. Iron showed the highest concentrations in all tissues of examined species. Second highest metal was zinc after iron. Similar situations were reported many researchers (Kalay et al., 1999; Coğun et al., 2005; Tepe et al., 2008; Türkmen et al., 2010; 2011). The highest Fe level (496 µg/g) was determined in liver in post-monsoon season. Fe was detected highest in liver and kidney then muscles and gills. Lowest concentrations of Fe were found in muscles (16.6 µg/g) in pre-monsoon season. Zinc also was estimated highest in liver and kidney then muscles and gills. The highest Zn (48.9 µg/g) was determined in kidney in post-monsoon season. Liver also showed the highest concentration (47.9 µg/g) in monsoon season. The lowest Zn level (5.31 µg/g) was determined in muscles in Pre-monsoon season. Copper was found the highest in liver, kidney and gills. The lowest Cu level was estimated (4.57 µg/g) in muscles in Pre-monsoon season. Cadmium showed maximum level in liver then muscles, kidney and gills. While the highest Cd level was estimated (1.59 µg/g) in liver in monsoon season, the lowest level were found in gills (0.28 µg/g) in post-monsoon season. Although the highest Cr was determined in liver (1.63 µg/g) in pre-monsoon season, the lowest was estimated in gills (0.38 µg/g) in post-monsoon season. Nickel and lead were estimated highest in liver and kidney, then muscles and gills. The highest Ni (1.55 µg/g) was found in liver and the lowest (0.50 µg/g) was recorded in gills. The highest Pb (1.65 µg/g) was estimated in liver in pre-monsoon season and the lowest (0.48 µg/g) level was recorded in gills in post-monsoon season. Cadmium and Pb have higher tendencies to bioaccumulate in the fish kidney

and liver tissues due to the similar functions of kidney and liver as the organs that involve in the detoxification process. The presence of free protein-thiol group content and metallothioneins binding proteins in kidneys and livers forms strong fixation with the heavy metals (Iwegbue, 2008). Gills are the first organs to be exposed to resuspended sediment particles, so they can be significant sites of interaction with metal ions. On the other hand, the liver was a key role in basic metabolism (Moon *et al.*, 1985) and is the major site of accumulation, biotransformation of contaminants in fish (Triebkorn *et al.*, 1994; 1997).

Result of ANOVA indicated that the differences between the mean heavy metal levels of seasons and organs were statistically significant ($p < 0.05$) (Table 3). The data obtained clearly demonstrated that there was significant variation (CI =95 %) between the heavy metal concentrations in organs. Studies have also indicated that fish are able to accumulate and retain heavy metals from their environment and that accumulation of metals in tissues of fish is dependent upon exposure concentration and duration as well as other factors such as salinity, temperature hardness and metabolism of the animals (Cusimano *et al.*, 1986; Heath, 1987; Allen, 1995; Karthikeyan *et al.*, 2007).

The results of the present study supply valuable information about metal contents in muscle and liver of *Scomberoides commersonnianus* from the coast of Karachi and indirectly indicate the environmental contamination of the environment. Moreover, these results can also be used to understand the chemical quality of fish and to evaluate the possible risk associated with their consumption. Statistically significant differences were observed in the mean metal values from different seasons and tissues ($p < 0.05$). According to Nauen (1983) the maximum permissible copper, zinc, cadmium, lead and chromium levels are 10-100, 30-100, 0.05-5.5, 0.5-6.0 and 1.0 mg kg⁻¹ for fish respectively. Because the levels of copper, zinc, cadmium, lead and chromium in all tissues of the examined fishes in this study were lower than maximum permissible levels (except levels in pre and post-monsoon for liver, and pre-monsoon for gill), it may be concluded that consumption of this species from the coast of Karachi is not a problem on human health.

Table 2. Concentrations ($\mu\text{g/g}$) of heavy metals in fish from the coast of Karachi

| Seasons | Organs | Fe | Zn | Cu | Cd | Cr | Ni | Pb |
|---------|--------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Pre-M | | 16.6 \pm 10.2 | 5.31 \pm 2.14 | 4.57 \pm 1.94 | 0.56 \pm 0.18 | 0.49 \pm 0.20 | 0.63 \pm 0.18 | 0.86 \pm 0.13 |
| Mon-S | Muscle | 38.0 \pm 15.5 | 6.71 \pm 2.90 | 14.2 \pm 3.46 | 0.43 \pm 0.17 | 0.46 \pm 0.18 | 0.56 \pm 0.19 | 0.81 \pm 0.17 |
| Post-M | | 39.9 \pm 12.9 | 6.99 \pm 3.08 | 14.6 \pm 5.18 | 0.52 \pm 0.15 | 0.52 \pm 0.24 | 0.56 \pm 0.28 | 0.87 \pm 0.28 |
| Pre-M | | 357 \pm 118 | 15.6 \pm 7.20 | 38.4 \pm 21.2 | 1.52 \pm 0.61 | 1.63 \pm 0.81 | 1.42 \pm 0.48 | 1.65 \pm 0.48 |
| Mon-S | Liver | 444 \pm 156 | 47.9 \pm 13.8 | 47.6 \pm 19.9 | 1.59 \pm 0.66 | 0.56 \pm 0.19 | 1.55 \pm 0.35 | 1.56 \pm 0.38 |
| Post-M | | 496 \pm 189 | 41.4 \pm 13.2 | 41.2 \pm 16.1 | 1.41 \pm 0.46 | 1.26 \pm 0.86 | 1.53 \pm 0.18 | 1.58 \pm 0.19 |
| Pre-M | | 48.8 \pm 18.5 | 27.1 \pm 13.7 | 16.2 \pm 7.76 | 0.54 \pm 0.46 | 0.42 \pm 0.14 | 1.03 \pm 0.16 | 0.76 \pm 0.31 |
| Mon-S | Kidney | 84.9 \pm 36.3 | 39.3 \pm 14.3 | 24.6 \pm 10.5 | 0.38 \pm 0.22 | 0.53 \pm 0.38 | 0.68 \pm 0.47 | 1.25 \pm 0.42 |
| Post-M | | 31.5 \pm 12.2 | 48.9 \pm 12.5 | 24.1 \pm 12.9 | 0.50 \pm 0.19 | 0.43 \pm 0.15 | 0.69 \pm 0.43 | 1.31 \pm 0.31 |
| Pre-M | | 20.0 \pm 8.35 | 16.3 \pm 7.45 | 24.3 \pm 6.78 | 0.59 \pm 0.47 | 1.22 \pm 0.47 | 0.60 \pm 0.10 | 0.63 \pm 0.27 |
| Mon-S | Gills | 18.4 \pm 11.1 | 26.3 \pm 12.6 | 19.7 \pm 5.14 | 0.54 \pm 0.30 | 0.41 \pm 0.18 | 0.50 \pm 0.19 | 0.61 \pm 0.19 |
| Post-M | | 16.8 \pm 12.67 | 26.5 \pm 11.7 | 21.5 \pm 8.03 | 0.28 \pm 0.24 | 0.38 \pm 0.18 | 0.54 \pm 0.48 | 0.48 \pm 0.43 |

*Pre-M: pre-monsoon, Mon-S: monsoon, Post-M: post-monsoon.

Table 3. Two-way Analysis of variance (ANOVA) for the effects of inter-season and inter organ and variability of heavy metal concentration in *Scomberoides commersonnianus*

| Metal | Effect | Sum of square | df | Mean square | F | p |
|-------|-----------------|---------------|-----|-------------|---------|-------|
| Fe | Season | 95884.414 | 2 | 47942.207 | 12.086 | 0.000 |
| | Organ | 7461782.631 | 3 | 2487260.877 | 627.003 | 0.000 |
| | Season*Organs | 209460.760 | 6 | 34910.127 | 8.800 | 0.000 |
| | Error | 991725.785 | 250 | 3966.903 | | |
| | Total | 1.3657 | 262 | | | |
| | Corrected Total | 8761849.181 | 261 | | | |
| Zn | Season | 11285.432 | 2 | 5642.716 | 48.602 | 0.000 |
| | Organ | 40134.615 | 3 | 13378.205 | 115.229 | 0.000 |
| | Season*Organs | 3623.018 | 6 | 603.836 | 5.201 | 0.000 |
| | Error | 29257.495 | 252 | 116.101 | | |
| | Total | 262904.885 | 264 | | | |
| | Corrected Total | 84300.561 | 263 | | | |
| Cu | Season | 20.359 | 2 | 10.180 | 0.011 | 0.989 |
| | Organ | 54454.941 | 3 | 18151.647 | 19.475 | 0.000 |
| | Season*Organs | 5704.263 | 6 | 950.710 | 1.020 | 0.413 |
| | Error | 234876.723 | 252 | 932.050 | | |
| | Total | 491599.964 | 264 | | | |
| | Corrected Total | 295056.286 | 263 | | | |
| Cd | Season | 86.247 | 2 | 43.124 | 2.154 | 0.118 |
| | Organ | 119.400 | 3 | 39.800 | 1.988 | 0.116 |
| | Season*Organs | 67.624 | 6 | 11.271 | 0.563 | 0.760 |
| | Error | 5025.088 | 251 | 20.020 | | |
| | Total | 5764.888 | 263 | | | |
| | Corrected Total | 5298.648 | 262 | | | |
| Cr | Season | 84.646 | 2 | 42.323 | 2.228 | 0.121 |
| | Organ | 139.406 | 3 | 46.469 | 2.336 | 0.074 |
| | Season*Organs | 92.696 | 6 | 15.449 | 0.777 | 0.589 |
| | Error | 5012.516 | 252 | 19.891 | | |
| | Total | 5756.468 | 264 | | | |
| | Corrected Total | 5329.264 | 263 | | | |
| Ni | Season | 0.788 | 2 | 0.394 | 3.653 | 0.027 |
| | Organ | 43.754 | 3 | 14.585 | 135.213 | 0.000 |
| | Season*Organs | 1.361 | 6 | 0.227 | 2.103 | 0.053 |
| | Error | 27.182 | 252 | 0.108 | | |
| | Total | 304.176 | 264 | | | |
| | Corrected Total | 73.119 | 263 | | | |
| Pb | Season | 0.301 | 2 | 0.150 | 1.425 | 0.242 |
| | Organ | 56.461 | 3 | 18.820 | 178.220 | 0.000 |
| | Season*Organs | 0.684 | 6 | 0.114 | 1.079 | 0.375 |
| | Error | 26.612 | 252 | 0.106 | | |
| | Total | 364.753 | 264 | | | |
| | Corrected Total | 84.057 | 263 | | | |

REFERENCE

- Allen, H. E., Perdue, E. M. and Brown, D. S. (1993). Metals in Groundwater, Lewis Publishers, pp: 437.
- Allen, P. 1995. Chronic accumulation of cadmium in the edible tissues of *Oreochromis aureus* (Steindachner): Modification by mercury and lead. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 29: 8-14.
- Batvari, B. P. D., Kamala-Kannan, S., Shanthi, K., Krishnamoorthy, R., Lee, K. J. and Jayaprakash, M. (2007). Heavy metals in two fish species (*Carangoides malabaricus* and *Belone stronglurus*) from Pulicat Lake, North of Chennai, Southeast Coast of India. *Environ. Monit. Assess.* 145 (1-3), 167-175.
- Cusimano, R.F., Brakke, D.F., Chapman, G.A. 1986. Effects of pH on the Toxicities of Cadmium, Copper and Zinc to Steelhead trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 43: 1497-1503.
- Çoğun H, Yüzereroğlu TA, Kargin F, Firat Ö (2005) Seasonal variation and tissue distribution of heavy metals in shrimp and fish species from the Yumurtalik coast of Iskenderun Gulf, Mediterranean. *B Environ Contam Tox* 75: 707-715.
- Heath, A.G. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press, Florida, USA.
- Iwegbue, C.M.A. (2008). Heavy metals composition of livers and kidneys of cattle from southern Nigeria. *Veterinarski Arhiv* 78 (5): 401-410.
- Kalay M, Ay Ö, Canlı M (1999) Heavy metal concentrations in fish tissues from the Northeast Mediterranean Sea. *B Environ Contam Tox* 63: 673-681.
- Karthikeyan, S., Palaniappan, P.R., Sabhanayakam, S. 2007. Influence of pH and water hardness upon nickel accumulation in edible fish *Cirrhinus mrigala*. *J. Environ. Biol.*, 28, 484-492.
- Kinne, O. (1984). Marine Ecology, Ocean management, V5, John Wiley, 618-627.
- Meybeck, M., Chapman, D. and Helmer, R. (1996). Global Fresh Water Quality: A second Assessment. Blackwell Reference. Oxford, 306-310.
- Moon, T.W., Walsh, P. J. and Mommsen, T. P. (1985). Fish hepatocytes: A model metabolic system. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42: 1772-1782.
- Prudente, M., Kim, E. Y., Tanabe, S., & Tatsukawa, R.(1997). Metal levels in some commercial fish species from Manila Bay, Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 34 (8), 671-674.
- Raja, P., Veerasingam, S., Suresh, G., Marichamy, G. and Venkatachalapathy, R. (2009). Heavy metals concentration in four commercially valuable marine edible fish species from Parangipettai Coast, South East Coast of India. *International Journal of Animal and Veterinary Advances* 1 (1): 10-14.
- Tepe, Y., Türkmen, M., Türkmen, A., Assessment of heavy metals in two commercial fish species of four Turkish seas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 146: 277-284, (2008).
- Triebkorn, R., Kohler, H. R., Flemming, J., Braunbeck, T., Negele, R. D. and Rahmann, H. (1994). Evaluation of bis (tri-n-butyltin) oxide (TBTO) neurotoxicity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). I. Behaviour, weight increase and tin contents. *Aquatic Toxicology* 30(3): 189-197.
- Triebkorn, R., Kohler, H. R., Honnen, W., Schramm Adams, S. M. and Muller, E. F. (1997). Induction of heat shock proteins, changes in liver ultra-structure, and alterations of fish behavior: Are these biomarkers related and are they useful to reflect the state of pollution in the field? *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 6(1): 57-73
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y., Akyurt, İ., Heavy Metals in Three Commercially Valuable Fish Species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey, *Food Chemistry*, 91, 167-172, (2005).
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Ateş, A., Gökkuş, K. Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: twelve fish species. *Food Chemistry*, 108, 794-800, (2008).
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Töre, Y., Ateş, A., Determination of Metals in Fish Species from Aegean and Mediterranean Seas. *Food Chemistry*, 113, 233-237 (2009).

- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y., Çekiç, M., Metals in tissues of fish from Yelkoma Lagoon, northeastern Mediterranean. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168 (1-4), 223-230 (2010).
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Comparison of Metals in Tissues of Fish from Paradeniz Lagoon in the Coastal Area of Northern East Mediterranean. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 87 (4), 381-385, (2011).
- Venugopal, B.; Luckey, T.D.; Hutcheson, D.H. (1975). Heavy metal toxicology, safety and hormology. Thieme, Stuttgart.

Mikrobiyal Sideroforlar ve Biyoteknolojideki Uygulama Alanları

Belgin ERDEM¹

¹ Ahi Evran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 40100, Kırşehir, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: berdem@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.01.2013

Kabul Tarihi: 22.02.2013

Özet

Sideroforlar, bakteri, mantar, aktinomicetes ve alg gibi mikroorganizmalar tarafından üretilmektedirler. Son yıllarda sideroforların klinik ve tarımsal olmak üzere birçok alanlarda uygulanabilirliği, bu mikrobiyal demir şelatının biyoteknolojideki önemini artırmıştır. Sideroforlar antibiyotik ve biyokontrol ajanı olarak da kullanılmaktadırlar. Modern moleküler araçların ortaya çıkması ile doğadaki sideroforların çok yönlü rolünün anlaşılmasında önemli gelişmeler olmuştur.

Bu derleme, mikrobiyal sideroforların rolü ve uygulamaları üzerindeki son araştırmaları özetlemekte ve biyoteknoloji alanındaki önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikrobiyal Siderofor, Biyoteknoloji

Microbial Siderophores and Their Biotechnological Applications

Abstract

Siderophores produced by microorganisms such as bacteria, fungi, actinomycetes and algae. In recent years, clinical and agricultural fields to siderophores many areas of applicability of this increased microbial iron chelate importance in biotechnology. Siderophores is also used as antibiotics and biocontrol agent. With the advent of modern molecular tools, a major breakthrough is taking place in the understanding of multi-faceted role of siderophores in nature. This review summarizes the latest research on microbial siderophores role and applications and emphasizes the importance in the field of biotechnology.

Keywords: Microbial Siderophore, Biotechnology

GİRİŞ

Demir dünyada en en bol bulunan kimyasal elementtir ve mikroorganizmalar büyümeleri için bu elemente ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle organizmalarda birçok hücrel ve metabolik işlemler için düzenleyici görevleri vardır. Demirin; fotosentez, oksijen salınımı, solunum, TCA (trikarboksilik asit) döngüsü, gen regülasyonu, nitrat sentezi, azot fiksasyonu, ATP sentezi ve DNA sentezi gibi metabolik reaksiyonlarda ve diğer biyolojik olaylarda birçok mikroorganizma için önemli bir element olduğu bildirilmektedir (Ratledge ve Dover, 2000; Skaar, 2010; Hammer ve Skaar, 2011). Ökaryotik organizmaların demiri çözmesi çok zor olmasına rağmen, bakteriler kendileri için gerekli olan demiri kullanmak için farklı stratejiler geliştirmişlerdir. Demirin Fe-III şeklindeki çözünürlüğü çok düşüktür ve dolayısıyla organizmalar tarafından kullanılamazlar.

Anoksik şartlarda demir (Fe-II) suda çözünür. Ancak, oksik şartlarda ise demir genelde (Fe-III) suda çözünemezler. Bakteriler demir ihtiyaçlarını karşılamak için siderofor olarak bilinen şelat ajanları kullanırlar. Sideroforlar bakteri dışında kompleks olarak bulunan demir elementlerinin çözünmesini sağlarlar ve bu çözülmüş kompleksler aktif taşıma ile hücre içine alınırlar (Kraemer, 2004).

Son yıllarda, sideroforların analizi (Hider ve Kong, 2010), genetiği (Lehoux ve ark., 2000), biyosentez yolları (Barry ve Challis, 2009), transportu (Faraldo-Gómez ve ark., 2002; Faraldo-Gómez ve Sansom, 2003) ve sideroforların eriyebilir demir reaksiyon kinetiği (Baukhalfa ve Crumbliss, 2002; Kraemer, 2004) üzerine birçok çalışma yapılmıştır.

Sideroforların çok çeşitli uygulama alanları vardır ve yapılan çalışmalarda sideroforların biyoteknoloji dünyasında önemli olduğu bildirilmiştir (Diaz de Villegas, 2007). Bu nedenle sideroforlar; özellikle sağlık, tarım, kozmetik gibi biyoteknolojik alanlarda kullanılmaktadır (Winkelmann, 2002). Sideroforlar özellikle kanser ve malaria gibi hastalıkların tedavisinde demir taşıyıcısı ve antibiyotik olarak kullanılmaktadırlar (Bergeron ve Brittenham, 1993; Miethke ve Marahiel, 2007).

Son yıllarda, bitki kökünde bulunan özellikle pseudomonaslar tarafından oluşturulan sideroforlar ve patojenlerin üremesini inhibe eden antimikrobiyal metabolitler biyolojik kontrol de önem kazanmıştır (Fujimoto ve ark.,1995; Walsh ve ark., 2001; Nagarajkumar ve ark., 2004)

SİDEROFORLAR

Kimyasal anlamda, siderofor (Yunanca demir taşıyıcı) demirin yetersiz bulunduğu ortamda ökaryotik, prokaryotik ve yüksek organizmalar tarafından salınan düşük molekül ağırlıklı metal şelat bileşiklerdir (Miethke ve Marahiel, 2007). Önceki literatürlerde siderofor; siderokrom, sideramin, sideromisin ve ionofor olarak kullanılmaktadır. Ancak, artık bu terimler Yunancada sideros: demir ve phores: taşıyıcı anlamına gelen siderofor terimi ile yer değiştirmiştir (Thomashow ve Weller, 1995).

Sideroforlar doğadan başka yerde bulunmayan pek çok değişik amino asitleri yapısında bulunduran 400-1500 Da molekül ağırlığındaki demir bağlayan proteinlerdendir.

Sideroforların yapısı türler arasında oldukça büyük değişiklikler göstermektedir. Şimdiye kadar yaklaşık 500 siderofor değişik mikroorganizmalardan izole edilmiştir (Boukhalfa ve Crumbliss, 2002).

Bazı fungus ve bakteriler tarafından üretilen sideroforlara örnek olarak ferrikrom (*Ustilago sphaerogena*), enterobaktin (veya enterokelin) (*Escherichia coli*), mikobaktin (*Mycobacterium*), enterobactin ve basillibaktin (*Bacillus subtilis*), ferrioksamin B (*Streptomyces pilosus*), fusarinin C (*Fusarium roseum*), yersiniabaktin (*Yersinia pestis*), vibriobaktin (*Vibrio cholerae*), azotobaktin (*Azotobacter vinelandii*), psödobaktin (*Pseudomonas B 10*), eritrobaktin (*Saccharopolyspora erythraea*) ve ornibaktin (*Burkholderia cepacia*) sayılabilir (Miethke ve Marahiel, 2007).

Önemli Siderofor Grupları

Mikroorganizmalar farklı kimyasal özellikte yüzlerce siderofor üretmektedir. (Ratledge ve Dover, 2000). En çok aerobik ve fakültatif anaerobik mikroorganizmaların en az bir çeşit siderofor sentezlediğinin fark edilmesi ile sideroforlara olan ilgi son yıllarda artmıştır. Siderofor genelde kararlı bir formdadır yalnız doğal olarak oluşan demir metal iyonları (Fe-III) ile karşılaşan oktahedral (düzgün sekizyüzlü) yapıdaki bir siderofor demir kompleksi oluşturarak ona kuvvetli bir şekilde bağlandıktan sonra, mikroorganizmalar Fe -III'ü Fe -II 'ye dönüştürerek sideroforlardan serbest demiri salarlar (Miethke ve Marahiel, 2007). Hücre dışında bulunan sideroforların hücre içine tekrar geri alınması için hücre zarında özel reseptörler bulunur. Demir ile kompleks oluşturan sideroforlar bu reseptörler tarafından tanınır ve bu reseptörlere bağlanarak hücre zarının içinden çeşitli taşıma mekanizmaları ile hücre içine taşınırlar (Martinez ve ark., 2003; Raymond ve Denz, 2004). Fe-III 'ün hücre içinde indirgenmesinin ardından oluşan Fe-II 'nin sideroforla zayıf bir yapı kazanması, demirin hücre içine salınmasını da kolaylaştırır. Sideroforlar çoğunlukla kimyasal kompozisyon ve mikrobiyal orijinlerine göre hidroksamat, katekolat (fenolat) ve karboksilat

(örneğin, sitrik asit türevleri) ve karışık ligantlar olmak üzere dört önemli gruba ayrılmıştır (Modi ve ark. 2012). (Tablo-1).

Tablo-1. Mikroorganizmalar tarafından üretilen siderofor grupları (Modi ve ark. 2012)

| Sideroforun Kimyasal tipi | Siderofor | Mikroorganizma |
|---------------------------|------------------------|---|
| Hidroksammat | Ferrikrom | <i>Ustilago sphaerogena</i> |
| | Desferrioksamin B | <i>Streptomyces pilosus</i> |
| | Desferrioksamin E | <i>Streptomyces coelicolor</i> |
| | Fusarinin C | <i>Fusarium roseum</i> |
| | Ornibaktin | <i>Burkholderia cepacia</i> |
| Katekolat | Enterobaktin | <i>Escherichia coli</i> |
| | Bacillibaktin | <i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus anthracis</i> |
| | Vibriobaktin | <i>Vibrio cholerae</i> |
| Karboksilat | Rhizobaktin | <i>Rhizobium meliloti</i> |
| | Rhizoferrin | <i>Rhizopus microspores</i> |
| | Staphyloferrin A | <i>Staphylococcus hyicus</i> |
| Karışık ligant | Azotobaktin | <i>Azotobacter vinelandii</i> |
| | Pyoverdin ve pyochelin | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | Yersiniabaktin | <i>Yersinia pestis</i> |
| | Maduraferrin | <i>Acinomadura madurae</i> |

1. Hidroksammat Siderofor

Bu grup sideroforlar bakteri ve mantarlar tarafından üretilir. Ferrikrom *Ustilago sphaerogena* mantarı tarafından üretilen ilk siderofordur. Bütün hidroksammatlar N^{δ} -acyl- N^{δ} -hydroxy-L-ornitin içerirler. (Van der Helm ve Winkelmann, 1994). Hidroksammat siderofor üç sekonder hidroksammat grup içerir ve her bir hidroksammat grup iki oksijen molekül sağlar. Bir siderofor demire bağlandığında 425 ile 500 nm arasında güçlü bir absorpsiyon gösterir (Messenger ve Ratledge, 1985). Hidroksammat sideroforlara örnek, Desferrioksamin B (deferoksamin), desferrioksamin E, fusarinin C, ornibaktin, enterobaktin, ferrioksamin ve ferrikromdur (Crosa ve Walsh, 2002).

2. Katekolat (Fenolat) Siderofor

Sideroforların en yaygın olan ikinci grubunu oluştururlar ve yalnızca belli bakteriler tarafından üretilmektedirler. Hidroksammat sideroforlarda olduğu gibi, katekolat sideroforlar da bir heksadentat oktahedral kompleksini oluşturmak için yapılarında iki oksijen atomu içerirler. Katekolat sideroforlar için en iyi örnekler enterobaktin, vibriobaktin, agrobaktin, pyochelin ve yersiniabaktindir (Neilands, 1981).

3. Karboksilat Siderofor

Bu gruptaki sideroforlar hidroksamat ve fenolat ligandlara sahip değildir. Daha çok Fe-III, bağlamak için α -hidroksikarboksilat ve karboksilat tarafından özel olarak elde edilirler.

Karboksilat sideroforlara örnek, Staphyloferrin A, mikobaktin, rhizoferrin, petrobaktin, piyoverdin, azotobaktin ve ferribaktindir (Dave ve Dube, 2000; Jimenez ve ark., 2010).

4. Karışık ligant

Bu grup sideroforlar karboksilat ve hidroksil gruplarını içerirler. Karışık sideroforlara örnek, mikobaktin, petrobaktin, azotobaktin, pyoverdin, yersiniabaktin ve maduraferindir (Modi ve ark., ve 2012; Ratul, ve ark., 2012).

Siderofor Üreten Mikroorganizmalar

Bir çok mikroorganizma için sideroforların sentezi, yapıları, özellikleri ve kullanım alanları, bilimsel araştırmalarla ortaya konulmuş ve bakteri, aktinomycetes, mantar ve alglerin farklı siderofor türlerini ürettiği bildirilmiştir (Winkelmann, G. 2002).

1. Bakteriler

Bakteriler metal bulunan ortamlarda yaygın olarak bulunurlar ve ağır metallere tutunarak birikirler. Gram pozitif bakterilerin hücre duvarları metal bağlama özelliğine sahiptir. Bazı bakteriler metal bağlayan polisakkarit üretirler. Buna ilaveten manganez, nikel ve demir gibi metalleri özel reseptörlerle yoluyla absorbe ederler. Demir bulunan ortamda, bakteriler ferrik demiri bağlayan ve taşıyan siderofor üretirler. Bu sideroforlar mineral ya da organik maddelerden demirin hücre dışında çözünür duruma getirilmesinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Siderofor üreten bazı önemli bakteriler *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio anguillarum*, *Aerobacter aerogenes* ve *Mycobacterium tuberculosis*dir (Crosa ve Walsh, 2002).

2. Actinomicetesler

Aktinomicetesler aerobik gram pozitif filamentli bakteriler olup, aseksüel spor formundadırlar. Doğada saprofit olarak bulunurlar ve yoğunluğu fazla olan metalleri tolere edebilirler. Aktinomicetesler hidroksamat ve karışık tipde siderofor üretirler. Siderofor üreten aktinomicetesler arasında *Actinomadura madurae*, *Nocardia asteroides*, ve *Streptomyces griseus* vardır (Bergeron ve Burne, 2001).

3. Mantarlar

Mantarlar da bakteriler kadar önemli siderofor üretirler. Mantarların katekolat (Capon ve ark., 2007) ve karboksilat tipde sideroforlara sahip oldukları bilinmesine rağmen, esas

olarak hidroksamat siderofor üretirler (Holinsworth ve Martin, 2009). Siderofor üreten mantarlar arasında *Aspergillus nidulans*, *Penicillium chrysogenum*, *Trametes versicolor*, *Ustilago sphaerogina*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodotorula minuta* yer almaktadır. Diğer taraftan *Saccharomyces cerevisiae*, siderofor üretmez fakat siderofor demir sistemine sahiptir ve diğer mikroorganizmalar tarafından üretilen sideroforu kullanırlar (Eisendle ve ark., 2006; Philpott ve Protchenko, 2008; Ozan ve Maden, 2010.).

4. Algler

Bazı araştırmacılar birkaç algin siderofor ürettiğini bildirmişlerdir. Schizokinen, *Anabaena* sp. tarafından üretilen sideroforun bir hidroksamat tipidir ve demir alınımını kolaylaştırır. *Anabaena flos-aquae* ve *Anabaena cylindrica* bakırı biriktiren siderofor üretirler (Lesuisse ve ark., 2001).

Bakterilerde Siderofor Taşıma Sistemi

Sideroforlar son derece çok özel taşıma sistemleri tarafından bakterilere taşınır. Bütün mikroorganizmalarda demir alınımında dış membran reseptörü, periplazmik siderofor bağlayıcı protein (PBP) ve iç membranda ATP'ye bağlı kaset (ABC) taşıyıcılarının siderofor taşıma sisteminde görevleri vardır (Ratul ve ark., 2012).

1. Dış Membran Reseptörleri

Gram negatif bakterilerde dış membran bir permabilite bariyeridir ve bakteriyi toksinlerden ve kimyasal ajanlardan korur (Nikaido, 2003). Fe-III siderofor komplekslerinin hücre içine alınması için öncelikle hücre zarı porinlerinden geçmesi gerekmektedir. Bu nedenle özel dış membran reseptörler yardımı ile sideroforlar hücre içine alınırlar. Bu dış membran reseptörleri kristal yapıda olup, *E. coli*'de bu reseptörler FhuA, (ferrikrom için), FecA (ferrik sitrat için) ve FepA (enterobaktin için), iken *P. aeruginosa* ise FpvA (piyoverdin için) ve FptA (piyokelin için) dış membran reseptörleri olarak bilinmektedir (Ferguson ve ark., 2001).

Periplazmadaki ferrik sideroforların (Fe-III) taşınmasında enerji ihtiyacı ve sitoplazmik membranın hareketi için dış membrana bağlanan TonB, ExbB ve ExbD proteinleri vardır ve bunlar sitoplazmik membrandan dış membrana enerji aktarırlar (Larsen, 1999). ExbB ve ExbD proteinleri membranın elektrokimyasal değişikliğinde kullanılırlar (Higgs ve ark., 2002). Gram pozitif bakterilerde ise dış membran olmadığından taşıma için gerekli olan enerjiyi ATP'den sağlar. Bir demirin hücre içine alınmasında ABC taşıyıcılarının yanı sıra Gram negatif bakterilerdeki PBP'ne benzeyen membrana bağlı proteine ihtiyaç vardır (Nikaido, 2003; Ratul ve ark., 2012).

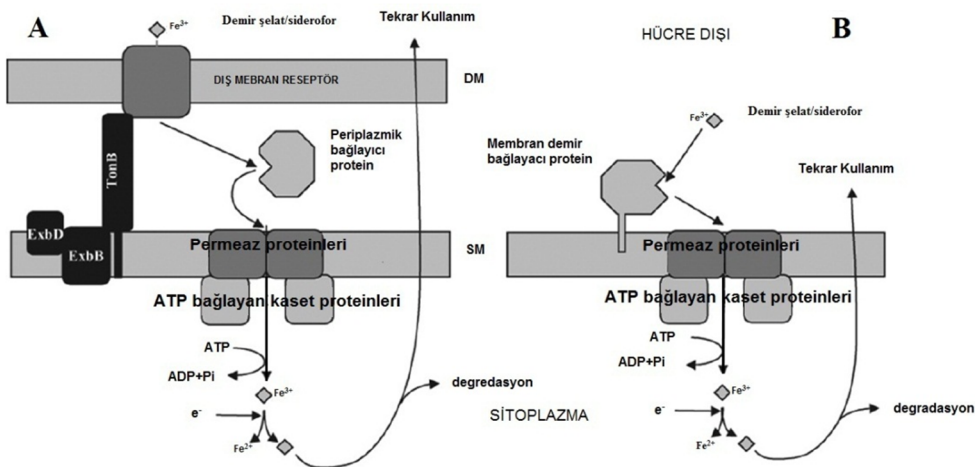
2. Periplazmada Siderofor Bağlayan Protein (PBP)

Periplazmada siderofor bağlayan protein (PBP) bakteri hücrelerinin sitoplazmasına ve sitoplazmik membrana sideroforların taşınması için önemlidir. Periplazma ve sitoplazmik membrandan Fe-III sideroforların taşınmasında periplazmadaki proteinler hem Gram pozitif hem de Gram negatif bakterilerde bulunmaktadır (Clarke ve ark., 2000; Koster ve ark., 2001). Örneğin, *E. coli*'de periplazmada siderofor bağlayıcı proteinlerden FhuD, FepB ve FecB bulunmaktadır (Tam ve Saier, 1993; Clarke, ve ark., 2000).

ATP-bağlayan kaset taşıyıcıları (ABC-Transporters)

ATP Bağlayan Kaset (ABC) taşıyıcıları membran proteinlerindedir. Temelde ATP hidrolizi ile oluşan enerjiyi kullanarak hücre membranından maddelerin taşınmasından sorumludurlar.

Siderofor bir PBP (periplazmada siderofor bağlayıcı protein)'ne bağlandıktan sonra siderofor Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin sitoplazmik membranları boyunca ABC (ATP bağlayan kaset) taşıyıcıları tarafından sitoplazmaya taşınır ve bu taşınma ATP hidrolizi ile birleşen bir ABC taşıyıcı protein kompleksi tarafından gerçekleştirilir (Locher, 2002). Bağlayıcı proteinle birleşen ABC taşıyıcıları Gram negatif bakterilerin periplazmasında çözünür halde bulunurken, Gram pozitif bakterilerde sitoplazmik membranın yüzeyine yerleşmişlerdir. ATP ye bağlı kaset (ABC) taşıyıcılar hücre membranları boyunca çeşitli maddelerin taşınmasında ATP hidrolizinin enerjisini kullanırlar ve ABC sistemleri sitozolde ve sitoplazmik membran boyunca sideroforların taşınmasını kolaylaştırmaktadırlar. (Koster, 2001; Locher, 2002). Hücre içine salınım olduktan sonra demir ya demir proteini ile birleşir ya da sonra kullanılmak için depolanır (Andrews ve ark., 2003) (Şekil-1).



Şekil-1. Gram-negatif (A) ve gram- pozitif bakteri (B) siderofor-aracılı demir alımının şematik gösterimi. (Andrews ve ark., 2003)

Mikrobiyal Sideroforların Uygulama Alanları

Son yıllarda, mikrobiyal sideroforlar ve ürünleri biyoteknoloji alanında oldukça önem kazanmıştır (Mohandass, 2004; Chincholkar, ve ark., 2005; Chaudhari ve ark., 2007). Çeşitli bakterilerin sideroforlarının hastalıklar üzerindeki biyokontrol yetenekleri bilim adamları tarafından çalışılmıştır (Chincholkar ve ark., 2000; Whipps, 2001). Özellikle bakteriostatik ve fungistatik ajan olarak, biyogübre ve biyokontrol ajanı olarak da kullanılabileceği bildirilmiştir (Walsh ve ark., 2001; Montesinos ve ark., 2002, Nagarajkumar ve ark., 2004; Mark ve ark., 2006).

1.Sideroforların Tıbbi Uygulamaları

Demir; insan, bitki, hayvan ve mikroorganizmaların yaşamlarındaki değişik fizyolojik aktiviteler için gereklidir ve fazlalığı ve eksikliği değişik hastalıklara sebep olması nedeni ile sideroforlar tıpta bazı klinik uygulamalarda kullanılmaktadır (Eisendle ve ark., 2006). Sideroforlar bazı insan hastalıklarının tedavisinde potansiyel uygulamalara sahiptir. Sideroforlar bilinen en büyük Fe-III bağlayıcıları arasındadır ve bu nedenle tıp dünyasında oldukça ilgi çekmektedir. Özellikle metal şelat tedavisinde önem kazanmıştır. Örneğin, siderofor desferrioksamin B (DFB), malariya, romatoit arthritis, alzheimer, talasemi, yaralanma, demir zehirlenmesi, tümör, böbrek yetmezliği gibi hastalıkların tedavisinde geniş kullanıma sahiptir (Krewulak ve Vogel, 2008; Del Olmo ve ark., 2003). *Klebsiella pneumoniae* 'nın sideroforları antimalarial ajan olarak ve kozmetik alanında deodorant olarak da kullanılabileceği bildirilmiştir (Johnson ve ark. 2003; Krewulak ve Vogel, 2008).

2.Sideroforların Tarımsal Uygulamaları

Bakteriler tarafından üretilen sideroforların bitki patojenleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir (Vessey,2003). Bitki köklerinin çevresindeki (rizosferdeki) mikroorganizmalar tarafından üretilen kimyasal bileşikler demir gibi bazı gerekli minerallerin varlığını ve alımını artırır. Rizosferik bakteriler tarafından üretilen hidroksamat ve katekolat sideroforlar bitkiler tarafından kullanılmaktadır (Carrillo-Castañeda ve ark., 2002).

Özellikle *Azotobacter* ve *Pseudomonas* bakterileri; ürün, kalite ve veriminin arttırılmasına yönelik tarım uygulamalarında, tuzluluğa bağlı olarak kurak, endüstriyel kaynaklı kirletilmiş toprakların tarıma daha elverişli hale getirilmesinde ve bazı bitki patojenlerine karşı biyolojik mücadele gibi biyoteknolojik çalışmalarda kullanılabileceği bildirilmiştir (Cornelis ve Matthijs, 2007; Couillerot, ve ark., 2009).

*Pseudomonas*lar tarafından üretilen sideroforlar, gerekli olan Fe-III bağlayarak, fungal patojenlerin spor oluşumunu engellemekte ve hastalığı ortadan kaldırdığı bildirilmiştir (Montesinos ve ark., 2002). Bitki büyümesini geliştiren bakteri olarak bilinen (PGPB)

floresan Pseudomonasların bazı suşları vardır. Bunlar tohum veya bitkinin yeraltı parçalarına inoküle edildiği zaman bitki patojenlerini baskılamaktadırlar (Couillerot ve ark., 2009). PGRB tarafından hastalığın baskılanmasındaki mekanizmalarından biri de pyoverdin ve pyochelin gibi sideroforların üretimidir. Siderofor köklerin çevresindeki demiri yakalar ve böylece solgunluk ve kök çürüklüğüne sebep olan *Fusarium oxysporum* ve *Pythium ultimum* gibi patojenlerin üremesini engellemiş olurlar (Weller, 2007; Sahu ve Sindhu, 2011).

3. Sideroforların Çevresel Uygulamaları

Sideroforlar ağır metal birikimi, pas, boya giderimi ve kanalizasyon sularının temizlenmesi gibi değişik çevresel sorunları çözüme yeteneğine sahiptirler. Sideroforlar demirin çözülmesinde önemli bir rol oynarlar. Gram pozitif bakterilerin hücre duvarının metal bağlama özelliği oldukça güçlüdür. Metallerden örneğin, manganez (Mn), nikel (Ni) ve demir (Fe), belirli reseptörler boyunca emilirler. Ortamda demir yetersizliği durumunda, bakteriler ferrik demiri (Fe-III) bağlayan sideroforları üretirler. Siderofor üreten bakteriler ağır metaller ile kontamine olan çevreden ağır metallerin fitoekstraksiyonuna yardım etmede kullanılmaktadırlar (Sunita ve ark., 1994; Bezbaruah ve Saikia, 1998).

SONUÇ

Siderofor büyük biyoteknolojik potansiyelli küçük moleküllerdir. Yeni moleküler metodların gelişmesi ile tıbbi ve çevresel alanlarda bu moleküllerin faydalı yönlerinden yararlanmaya gereksinim vardır. Yirminci yüzyılın ortalarında, bilim adamları tarafından modern teknikler kullanarak mikrobiyal sideroforlar çalışılmıştır. Yirmi birinci yüzyılda ise, sideroforların biyoteknolojik uygulamaları üzerinde yoğun çalışmalar yapılarak, klinik, ziraat, çevre, sağlık ürünleri ve endüstride dahil olmak üzere günümüzde biyoteknolojinin birçok alanlarında uygulanabilirliği açıkça görülmektedir. İnsan hayatının ve tüm canlıların yaşamının ve ekosistemin iyileştirilmesinde önemli rol oynayan mikrobiyal sideroforların biyoteknoloji alanlarında kullanılabilmesi için günümüzde olduğu gibi gelecekte de artan bir hızda sürdürülebileceği şüphesizdir. Ayrıca, yeni sideroforların bulguları yakın bir gelecekte büyük bir atılım olacağı tahmin edilmektedir. Böylece, mikrobiyal kökenli sideroforlar tüm demirle beslenmelerde önemli bir rol oynayabilir.

KAYNAKLAR

- Andrews, S.C., Robinson, A.K. ve Rodríguez-Quinones, F. 2003. Bacterial iron homeostasis. *FEMS Microbiol. Rev.*, 27: 215–237.
- Barry, S.M. ve Challis, G.L. 2009. Recent advances in siderophore biosynthesis. *Curr. Opin. Chem. Biol.* 13: 1–11.
- Bergeron, R.J., ve Brittenham, G.M. (Editors). 1993. The developmentn of iron chelators for clinical use. CRC Press, Boca Raton, Fla.
- Bergeron, L. ve Burne, R.A. 2001. Roles of fructosyltransferase and levanase-sucrase of *Actinomyces naeslundii* in fructan and sucrose metabolism. *Infect. Immun.* 69: 5395–5402.
- Bezbaruah, B. ve Saikia, N. 1998. Influence of Metals on Siderophore Production by *Azotobacter chroococcum* RRLJ 203. *Indian J. Exp. Biol.* 36: 680-687.
- Boukhalfa, H., Crumbliss, A.L., 2002. Chemical aspects of siderophore mediated iron transport. *BioMetals* .15: 325–339.
- Capon, R.J., Stewart, M., Ratnayake, R., Lacey, E. ve Gill, J.H. 2007. Citromycetins and bilains A–C: new aromatic polyketides and diketopiperazines from Australian marine-derived and terrestrial *Penicillium* spp. *J. Nat. Prod.* 70: 1746–1752.
- Carrillo-Castaneda, G., Munoz, J.J. ve Peraltavidea, J.R. 2005. A spectrophotometric method to determine the siderophore production by strains of fluorescent *Pseudomonas* in the presence of copper and iron. *Microchem. J.* 81: 35-40.
- Chaudhari, B.L., Rane, M.R. ve Chincholkar, S.B. 2007. Microbial Siderophores in Human and Plant Health-Care. *Soil Biol.* 12: 205-242..
- Chincholkar, S.B., Rane, M.R. ve Chaudhari, B.L. 2005. Siderophores their biotechnological applications. In: Podila GK, Varma A (eds) Biotechnological applications: microbes; Microbiology Series, IK International, pp. 177–198. New Delhi.
- Clarke, T. E., Ku, S. Y., Dougan, D. R., Vogel, H. J. ve Tari, L.W. 2000. The structure of the ferric siderophore binding protein FhuD complexed with gallichrome. *Nat. Struct. Biol.* Apr. 7 :287-91.
- Cornelis, P. ve Matthijs, S. 2007. *Pseudomonas* Siderophores ve their Biological Significance. *Soil Biol.* 12: 193-203.
- Couillerot, O., Prigent-Combaret, C., Caballero-Mellado, J. ve Moënne-Loccoz, Y. 2009. *Pseudomonas fluorescens* and closely-related fluorescent pseudomonads as biocontrol agents of soil-borne phytopathogens. *Lett. Appl. Microbiol.* 48: 505–512.
- Crosa, J.H., ve Walsh, C.T. 2002. Genetics ve assembly line enzymology of siderophore biosynthesis in bacteria. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 66: 223-49.
- Dave, B.P. ve Dube, H.C. 2000. Detection and chemical characterization of siderophores of rhizobacterial fluorescent pseudomonads. *Indian Phytopathol.* 53: 97–98.
- Del Olmo, A., Caramelo, C. ve SanJose, C. 2003. Fluorescent complex of pyoverdinin with aluminum. *J. Inorg. Biochem.* 97: 384–387.
- Diaz de Villegas, M.E. 2007. Biotechnological Production of Siderophores. *Soil Biol.* 12; 199-231.
- Eisendle, M., Schrettl, M., Kragl, C., Muller, D., Illmer, P. ve Haas, H. 2006. The intracellular siderophore ferricrocin is involved in iron storage, oxidative-stress resistance, germination ve sexual development in *Aspergillus nidulans*. *Eukaryot Cell.* 5:1596–1603.
- Faraldo-Gómez, J.D. Smith, G.R. ve Sansom, M.S.P. 2002. Molecular dynamics simulations of the bacterial outer membrane protein FhuA: a comparative study of the ferrichrome-free and bound states. *Biophys J.* 85: 1406–1420.
- Faraldo-Gómez, J.D. ve Sansom, M.S.P. 2003. Acquisition of iron-siderophores in Gram-negative bacteria. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 4:105–116.
- Ferguson, A.D., Koedding, J., Walker, G., Bos, C., Coulton, J.W., Diederichs, K., Braun, V. ve Welte, W. 2001. Active transport of an antibiotic rifamycin derivative by the outer-membrane protein FhuA. Structure (Camb.). 9 : 707–716.
- Fujimoto, D.K., Weller, D.M. ve Thomashow, L.S. 1995. Role of secondary metabolites in root disease suppression. In: Inderjit KMM, Dakshini, Einhellig FA (eds) Allelopathy, organisms, processes and applications. pp. 330–347. ACS. Symposium Series 582, American Chemical Society. Washington, DC.
- Hammer, N.D., Skaar, E.P. 2011. Molecular mechanisms of *Staphylococcus aureus* iron acquisition. *Annu. Rev. Microbiol.* 65: 129–147.
- Hider, R.C. ve Kong, X. 2010. Chemistry and biology of siderophores. *Nat. Prod. Rep.* 27: 637–657.
- Higgs, P.I., Letain, T.E., Merriam, K.K., Burke, N.S., Park, H., Kang, C., and Postle, K. 2002. TonB interacts with non-receptor proteins at the outer membrane of *Escherichia coli*. *J. Bacteriol.* 184: 1640–1648.
- Holinsworth, B., Martin, J. 2009. Siderophore production by marine-derived fungi. *BioMetals.* 22: 625–632.

- Jimenez, P.N., Koch, G., Papaioannou, E., Wahjudi, M. 2010. Role of PvdQ in *Pseudomonas aeruginosa* virulence under iron-limiting conditions. *Microbiol.* 156: 49–59.
- Johnson, P.A., Bebington, G.B., Landa, A.S.M., Anthony, S. ve Mckay, V.A. 2003. Deodorant products. US patent no. 6: 490.
- Koster, W. 2001, ABC transporter-mediated uptake of iron, siderophores, heme and vitamin B12. *Research in Microbiol.* 152: 291-301.
- Kraemer. S.M. 2004. Iron oxide dissolution and solubility in presence of siderophores. *Aquat. Sci.* 66: 3–18.
- Krewulak, K. D. ve Vogel, H. J. 2008. Structural biology of bacterial iron uptake. *Biochim. Biophys. Acta.* 1778: 1781–1804.
- Larsen, R.A., Thomas, M.G. ve Postle, K. 1999. Protonmotive force, ExbB and ligve-bound FepA drive conformational changes in TonB. *Mol. Microbiol.* 31: 1809–1824.
- Lehoux, D.E, Sanschagrin, F., Levesque, R.C. 2000. Genomics of the 35-kb pvd locus and analysis of novel pvdIJK genes implicated in pyoverdine biosynthesis in *Pseudomonas aeruginosa*. *FEMS Microbiol. Lett.* 190:141–146.
- Lesuisse, E., Blaiseau, P.L., Dancis, A. ve Camadro, J.M. 2001. Siderophore uptake and use by the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbiol.* 147: 289–298..
- Locher, K.P. Lee, A.T. ve Rees, D.C. 2002. The E-coli BtuCD structure: a framework for ABC transporter architecture and mechanism. *Sci.* 296 : 1091–1098.
- Mark, G.L., Morrissey, J.P., Higgins, P. ve O’Gara, F. 2006. Molecular-based strategies to exploit *Pseudomonas* biocontrol strains for environmental biotechnology applications. *FEMS Microbiol. Ecol.* 56:167–177.
- Martinez, J.S., Franklin, J.N.C., Mann, E.L., Martin, J.D., Haygood, M.G., ve Butler, A. 2003. Structure ve membrane affinity of a suit of amphiphilic siderophores produced by a marine bacterium. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 100 : 3554–3759.
- Messenger, A.J.M. ve Ratledge, C. 1985. Siderophores. In: Moo-Young M (ed) *Comprehensive biotechnology*, vol 3. pp. 275–294. Pergamon Press.
- Miethke, M. ve Marahiel, M. 2007. Siderophore-Based Iron Acquisition and Pathogen Control *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 71: 413–451.
- Modi, P. Kaur, A., Kaur, M. ve V.K. Kapoor, 2012. Siderophores: A Novel Approach for Iron Removal . *Int.J. Uni. Pharm. Life Sci.* 2: 628-636.
- Mohandass, C. 2004. Bacterial Siderophores and their Biotechnological applications. *Marine Microbiology: Facets & Opportunities*; Ramaiah, N (Ed.). 169-174.
- Montesinos, E., Bonaterra, A., Badosa, E, Franc a, J., Alemany, J., Llorente, I., ve Moragrega, C. 2002. Plant-microbe interactions and the new biotechnological methods of plant disease control. *Int. Microbiol.* 5:169–175.
- Nagarajkumar, M., Bhaskaran, R. ve Velazhahan, R. 2004. Involvement of secondary metabolites and extracellular lytic enzymes produced by *Pseudomonas fluorescens* in inhibition of *Rhizoctonia solani* , the rice sheath blight pathogen. *Microbiol. Res.* 159:73–81.
- Neilands, J. B. 1981. Microbial iron compounds. *Annu. Rev. Biochem.* 50: 715-731.
- Nikaido, H. 2003. Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited, *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 67 : 593–656.
- Ozan, S. ve Maden, S. 2010. Funguslarda Siderofor oluşumu. *Sel uk  niv. Sel uk Tarım ve Gıda Bil. Derg.* 24 : 118-124.
- Philpott, C.C., Protchenko, O. 2008. Response to iron deprivation in *Saccharomyces cerevisiae*. *Eukaryotic Cell.* 7: 20–27.
- Ratledge, C., Dover, L.G. 2000. Iron metabolism in pathogenic bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* 54: 881–941.
- Ratul. S., Nabaneeta, S., Robert. S.D. ve Lorelle, L.B. 2012. Microbial Siderophores. *J. Basic Microbiol.* 52 :1–15 .
- Raymond, K.M. ve Denz, E. 2004. Biochemical and Physical Properties of Siderophores, in: J.H. Crosa, A.R. Mey, S.M. Payne (Eds.), *Iron Transport in Bacteria*, pp. 3–17. ASM Press, Washington.
- Sahu, G. ve Sindhu, S. 2011. Disease control and plant growth promotion of green gram by siderophore producing *Pseudomonas* sp. *Res. J. Microbiol.* 6: 735–749.
- Skaar, E.P. 2010. The battle for iron between bacterial pathogens and their vertebrate hosts. *PLoS Pathog.*, 6,e1000949.
- Sunita, S., Lakshminarayana, K., Gupta, P.P. ve Suneja, S. 1994. Role of Azotobacter chroococcum Siderophores in Control of Bacterial Rot and Sclerotinia rot of Mustard. *Indian J. Mycol. Plant Pathol.* 24: 202-205.
- Tam, R. ve Saier Jr, M.H. 1993. Structural, functional, and evolutionary relationships among extracellular solute-binding receptors of bacteria. *Microbiol. Rev.* 57 : 320–346.

- Thomashow, L.S. ve Weller, D.M. 1995. Current concepts in the use of introduced bacteria for biological disease control: mechanisms and antifungal metabolites. In: Stacey G, Keen N (eds) *Plant microbe interactions*, vol 1. pp. 187–235. Chapman and Hall, New York.
- Van der Helm, D. Ve Winkelmann, G. 1994. Hydroxamates and polycarboxylates as iron transport agents (siderophores) in fungi. In: Winkelmann G, Winge D, editors. *Metal Ions in Fungi*. pp. 39–98. Marcel Dekker; New York.
- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*. 255:571–586.
- Walsh, U.F., Morrissey, J.P. ve O’Gara, F. 2001. *Pseudomonas* for biocontrol of phytopathogens: from functional genomics to commercial exploitation. *Curr. Opin. Biotechnol.* 12:289–295..
- Weller, D.M. 2007. *Pseudomonas* biocontrol agents of soilborne pathogens: Looking back over 30 years. *Phytopathol.* 97: 250–256.
- Whipps, J.M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere, *J. Exp. Bot.* 52: 487–511..
- Winkelmann, G. 2002. Microbial siderophore mediated transport. *Biochem. Soc. Trans.* 30: 691–696.

Yenilenebilir Biyoplastik Üretiminde Alglerin Kullanımı

Nilgün ÖZDEMİR¹, Jülide ERKMEN²

¹Cumhuriyet Cad. Çaykara İş Hanı Kat:2 No:221, Erzurum, TÜRKİYE

²Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: nilgun_ozdemir@hotmail.com

Geliş Tarihi: 13.07.2012

Kabul Tarihi: 12.01.2013

Özet

Biyo-çözünürlüğü yüksek, yenilenebilir karbon kaynaklarından ya da biyolojik kökenli polimerlerden elde edilen plastikler olarak tanımlanan biyoplastikler, bitki, hayvan, mantar veya bakteriler gibi canlı organizmalar tarafından üretilen, ekolojik ve sürdürülebilir biyolojik materyallerdir. Kimyasal olarak sentezlenen polimerlerin aksine, bu polimerler hidroksi-açıl-CoA türevlerinden farklı metabolik yollar aracılığı ile elde edilir. Ayrıca, biyoplastikler, kaynağına bağlı olarak monomer kompozisyon, makromoleküler yapı ve fiziksel özellikler bakımından birbirlerinden farklıdır. Bununla birlikte biyoplastiklerin kaynağını oluşturan canlı organizmaların yetiştirilmelerinde yaşanan sorunlar ve buna bağlı olarak yoğun bir biyokütlenin elde edilemeyeceği biyoplastik üretiminde yaşanan önemli bir sorundur. Oysa biyoplastik üretiminde alglerin kullanımı, mikrobiyal kaynaklara kıyasla güçlü bir alternatif olabilir. Çünkü algler yüksek biyokütle ve büyüme hızına ve doğal ortamda kolay bir şekilde kültüre edilebilme özelliğine sahiptirler. Bu derlemede sürdürülebilir bir çevre için yenilenebilir, biyo-çözünür özellikte, biyolojik olarak uyumlu, toksik olmayan ve çevreyle dost biyoplastik üretiminde alglerin kullanımına yönelik uygulamalar araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alg, Plastik, Yenilenebilir biyoplastik, Biyomateryal

Use of Algae in Production of Renewable Bioplastics

Abstract

Bioplastics, defined as plastics derived from renewable carbon sources that are biodegradable or bio-based polymers, are biomaterials produced by living organisms, such as plants, animal, fungi or bacteria, ecological and sustainable. Unlike the chemically synthesized polymers, these polymers are usually built from hydroxyacyl-CoA derivatives via different metabolic pathways. In addition, depending on their origin, bioplastics differ in their monomer composition, macromolecular structure and physical properties. However, non-availability of an intensive biomass depending on difficulties involved in cultivation, is an important problem in the production of bioplastics. In such cases, algae can be a powerful alternative than other microbial sources. Because algae has high biomass, growth rate and ease of culture in natural environment. Consequently, bioplastics based on algae are a feasible alternative in that they are not based on fossil resources and can easily be biodegraded and biocompatible, which makes them extremely noteworthy from the biotechnological point of view. In this review, applications for the use of algae in renewable, biodegradable, biocompatible, non-toxic and environment-friendly bioplastic production for a sustainable environment are investigated.

Keywords: Algae, Plastic, Renewable bioplastic, Biomaterial

GİRİŞ

Petrol ya da kimyasal bazlı, yüksek moleküler ağırlığa sahip organik moleküllerden ya da polimerlerden elde edilen sentetik veya yarı sentetik materyaller olan plastikler (Björkner ve ark., 2011; Rajendran ve ark., 2012), gelişen teknolojiye paralel olarak her gün yeni uygulamalara imkân sağlamaktadır. Kolay uygulanabilir özellikte ve diğer sektörler için çok kolay entegre olabilen bir yapıya sahip olması plastiğin, modern hayatta ev aletlerinden, tıbbi cihazlara, otomotiv sektöründen ambalaj malzemelerine kadar hemen her alanda yaygın bir kullanıma ve artan bir üretim miktarına sahip olmasını sağlamıştır (Sevilmiş, 2012). Bunun sebepleri hafiflik, yüksek kimyasal dayanıklılık, yalıtkanlık (elektrik, ısı ve ses), hijyen, yüksek esneklik ve darbe mukavemeti, yüksek tokluk özelliği, optik özellikler (şeffaflık), kolaylıkla işlenebilirlik (şekillendirilebilme), özelliklerin istekler doğrultusunda değiştirilebilmesi, düşük maliyet (hammadde ve imalat), tasarımının kolaylığı ve atmosferik koşullara dayanım gibi özellikleridir (Güler ve Çobanoğlu, 1997). Bundan dolayı plastik insan yaşamına kolay bir şekilde entegre olmuş ve tüm dünyada cam, metal, kauçuk, ağaç, inorganik maddeler gibi malzemelerin yerine alternatif malzeme olarak veya bu malzemelerle birlikte kullanılarak küresel düzeyde bir hayli değerli bir materyal haline gelmiştir (Pei ve ark., 2011). Öyle ki plastik sektörü Avrupa Birliği'nde 15 milyon kişiye istihdam sağlarken, yılda ortalama 160 Milyon Euro katma değer yaratmaktadır. Dünya plastik sektöründe ise 60 milyon kişiye istihdam sağlandığı ve yılda ortalama 700 milyar Euro'luk katma değer yaratıldığı tahmin edilmektedir. (DPT, 2006). Gerek ekonomikliği gerekse kolay uygulanabilir olması, plastiğin diğer maddelere göre tüketimini hızla artırırken, plastik tüketiminin fazlalığı da ülkelerin gelişmişliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Sevilmiş, 2012).

Bununla birlikte günümüzde bir yıllık sentetik plastik üretimi için en az 150 milyon ton civarında petrol kullanılmakta ve 500 milyon tonun üzerinde toksik kimyasal barındıran ve doğada çözünemeyen atık oluşmakta, bunların yanması, küresel ısınmada payı olan dioksin gibi zararlı kimyasalların ortaya çıkmasına yol açmaktadır (Prieto, 2007; Song ve ark., 2009; Rajendran ve ark., 2012). Diğer taraftan plastiğin geri dönüşümü de oldukça zordur. Çünkü her bir plastik malzeme yapısında farklı kimyasallar içerdiğinden geri dönüşümlerinde de yüksek maliyetli farklı prosesler uygulanmak zorundadır (Hopewell ve ark., 2009). Ayrıca, plastiğin gerek üretim ve gerekse yakma prosesleri sırasında insan sağlığını direkt veya dolaylı olarak etkileyen ve endokrin bozuklukları, kanser, bağışıklık sisteminin baskılanması ve çeşitli yan etkiler gibi bir takım hastalıklara neden olan toksik ve kanserojen maddeler serbest kalmaktadır (Thompson ve ark., 2009).

Oysa petrol ya da kimyasal türevli olmayan ve tamamen biyolojik kaynaklı (hayvan, bitki, bakteriler gibi) plastik üretimi, biyo-çözünürlüğün yüksek olmasından dolayı daha sürdürülebilir bir üretim şekli olarak görülmektedir.

Plastikler her ne kadar yüzyılın en büyük yeniliği olarak düşünülse de, karada ve okyanuslarda akıbetlerinin ne olduğu, çözümlerinin ne kadar zaman alacağı gibi belirsizlikler ve mevcut zararları göz önüne alındığında çevre ve insan sağlığı üzerinde her zaman bir tehdit olmaya devam

edeceklerdir. Bu nedenle pek çok ülke biyosferden hemen bertaraf edilebilecek, yeni ve yaygın kullanıma sahip materyallerin keşfi ve üretilmesi için özel programları teşvik etmekte ve bu kirleticilerin transformasyonunu kolaylaştırma hedefli stratejiler geliştirmektedir. Bunlar arasında hiç şüphesiz biyoteknoloji uygulamaları sonucunda geliştirilmiş olan biyolojik tabanlı, kolay çözünebilir ve yenilenebilir özelliğe sahip biyoplastikler gelmektedir.

Biyoplastik

Yenilenebilir karbon kaynaklarından ya da biyolojik kökenli polimerlerden elde edilen plastikler olarak tanımlanan biyoplastikler, bitki, hayvan, mantar, alg veya bakteriler gibi canlı organizmalar tarafından üretilen biyolojik materyallerdir (Luengo ve ark., 2003; Rajendran ve ark., 2012; Reddy ve ark., 2012). Bilindiği üzere biyomateryaller, biyoteknolojik uygulamalarla farklı organizmalar tarafından sentezlenen ve katabolizlenen doğal ürünlerdir. Biyomateryaller konvensiyonel sentetik ürünlere kıyasla pek çok canlı tarafından kolay bir şekilde asimile edilebilir ve biyo-uyumlu olduklarından mevcut organizmada toksik etkiye neden olmazlar (Vroman ve Tighzert, 2009). Bu bağlamda biyoplastikler, farklı besin ve çevrede yetiştirilen geniş bir mikroorganizma aralığında üretilen biyomateryallerin özel bir formu olarak da tanımlanabilir. Biyoplastikleri geleneksel plastiklerden üstün kılan özellikleri; kolay bir şekilde bozunmaları, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaları, toksik etki bırakmamaları, geri dönüşümlerinin daha kolay olması, üretimlerinde daha az enerjiye ihtiyaç duymaları, yenilenebilir ve ekolojik olmaları şeklinde özetlenebilir (Luengo ve ark., 2003).

Biyoplastikler günümüz dünyasında yeni bir gelişme olarak görülse de aslında 19. yüzyılın başlarında sadece şekerlemelerin kaplanmasında kullanılmış fakat biyolojik orijinli olmaları kültür aşamasında ek bir maliyet getirdiğinden o yıllarda çok da önemsenmemiştir.

Günümüz biyoplastik üretimi, yıllık büyüme oranı %5 olan geleneksel plastiklerden daha hızlı bir büyüme oranına sahiptir (%30). Pazar araştırmaları üretim miktarının 2013'de 2,33 milyon ton (mt), 2020'de ise 3,45 mt'a erişebileceği yönündedir. Yine biyoplastik üretiminde yıllık ortalama büyüme oranı 2009'dan 2013 yılına %37, 2013'den 2020 yılına kadar %6 olarak belirlenmiştir (Shen ve ark., 2009; Reddy ve ark., 2012). Bununla birlikte biyoplastiklerin dünya çapında üretim miktarı 2011 yılı itibarıyla 1,168 mt ve tüketim miktarı 12,3 mt olarak tahmin edilmektedir. Üretim ve tüketim miktarları karşılaştırıldığında üretimin talebi karşılayamadığı ve halen emekleme aşamasında olduğu söylenebilir. Ayrıca biyoplastik endüstrisinin 2020 yılına kadar 20 milyar dolar değerinde olabileceği tahminler arasında yer almaktadır. Diğer taraftan biyoplastiklerin en çok kullanıldığı sektörler Şekil 1'den de görüleceği üzere ambalaj sanayi ve kozmetik, oyuncak gibi sanayilerin yer aldığı tüketici ürünleri segmentidir (Miksic, 2012).

Biyoplastik hammaddeleri

Amerika Birleşik Devletleri 2002 yılı “Çiftlik Güvenliği ve Kırsal Yatırım Yasası”na göre biyolojik temelli materyallerin kaynakları hem karasal hem de aquatik olmak üzere bitkisel, hayvansal ve bakteriyel kaynaklardır (USDA, 2008). Diğer taraftan Reddy ve ark. (2012) biyolojik temelli materyallerden olan biyoplastiklerin tanımlanmasında “biyolojik plastik” ve “biyoçözünür” plastik terimlerinin çoğu zaman birbirlerinin yerine kullanıldığını fakat bunun yanlış olduğunu bildirmektedirler. Onlara göre plastik doğadan türetilen bir biyopolimer veya doğaya geri dönebilen bir polimerken, bir biyoplastik biyolojik kökenli ve/veya biyoçözünür olabilir. Dolayısıyla biyoplastikler, tamamen yenilenebilir biyolojik kaynaklardan, biyo-çözünür fosil kaynaklı polimerlerden veya her ikisinin karışımından elde edilebilirler (Şekil 2).

Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyoplastikler nişasta (genellikle mısır, patates, arpa, buğday, pirinç, manyok ve sorgumdan elde edilir) (Lörcks, 1998; Momani, 2009; Cheng-Cheng, 2011), selüloz (genellikle odundan elde edilir) (Nawrath ve ark., 1995), lignin (Kumar ve ark., 2009), protein (buğday gluteni, albümin) (Jerez ve ark., 2007) ve yağ (Yenwo ve ark., 1977) gibi bitkisel hammaddelerden sentezlenmektedir. Bu hammaddeler içerisinde özellikle nişasta %80 pazar payı ile sektörde lider konumundadır (Arıkan, 2009). Bu grubun en yaygın örnekleri polilaktik asit (PLA) ve polihidroksialkonatlarıdır (PHAs). Bununla birlikte son zamanlarda gelişen teknolojiyle birlikte naylon, polietilen (PE) ve polipropilen (PP) gibi konvensiyonel polimerler de biyolojik olarak sentezlenmeye başlanmıştır (Reddy ve ark., 2012). Bir diğer konvensiyonel polimer olan polibütülen süksinat (PBS)’ın hammadesi petrol olmasına rağmen son zamanlarda Nature Works ve BioAmber şirketlerinin ortak bir girişimiyle bu polimerin yenilenebilir süksinit asitten üretileceği bildirilmiştir (de Guzman, 2012). Yenilenebilir polimerlerin biyo-çözünürlüğü aynı zamanda onların kimyasal yapılarına da bağlıdır. Örneğin; PLA ve PHA biyo-çözünür özelliğe sahipken, PP ve PE böyle bir özelliğe sahip değildir.

Petrol türevli biyoplastikler, polikaprolakton (PCL) ve polibütülen adipat tereftalat (PBAT) gibi sentezlerinde petrol türevli monomerlerin kullanıldığı biyo-çözünür polimerlerdir. Bu nedenle bu polimerler ancak kullanım sürelerinin sonunda bozunmaya uğrarlar ki bu da çok uzun bir zaman alabilir.

Biyolojik-petrol karışumlu biyoplastikler, politrimetilen tereftalat (PTT), biyotermoset, biyonaylon gibi biyolojik ve fosil kökenli kaynakların kombinasyonu ile elde edilen polimerlerdir. Örneğin PTT, biyolojik tabanlı 1,3-propanediol ve petrol türevli tereftalik asitin birleştirilmesi ile üretilmektedir (Reddy ve ark., 2012).

Yeni yeni gelişmekte olan bir diğer akım mühendislik polimerlerinin biyolojik kaynaklardan sentezlenmesidir. Zira bitkilerden üretilen naylon ve PTT, dayanıklı tüketim mallarının imalinde kullanılmakla birlikte özellikle otomotiv sektörü için önemli bir kazanç olarak görülmekte hatta petrol türevli polimerlerin yerini alabileceği düşünülmektedir.

Biyoplastikler arasında PLA ve PHA üretim ve kullanım açısından lider konumundadır. Bu polimerler bitkisel nişasta ile birlikte elastiki film, enjeksiyon kalıplı objeler ve zirai malç gibi kısa ömürlü ürünlerin yapımında, yağlı bitkilerden çıkarılan yağdan elde edilen polihidrik alkoller ise poliüretan sentezi için kullanılmaktadır.

Biyoplastik veya biyopolimer üretiminde en çok kullanılan biyolojik kaynaklardan biri de bakterilerdir. Değişik besin ve çevre koşulları altında gelişen mikroorganizmalar, uygun olmayan üreme koşullarında canlılığını devam ettirebilmek için intraselüler depo materyali olarak granüller halinde PHA sentezlemektedirler. PHA, glikojenin PHA'ya transformasyonu sonucu meydana gelir ve bu hücre içi depo materyali bakterilerde, insanlarda/hayvanlarda yağ ve bitkilerde nişasta gibi karbon ve enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (Page, 1992). Yapılan çalışmalarda gram pozitif ve gram negatif bakterilerden izole edilen PHA'nın, polipropilenle benzer özellik gösterdiği bildirilmektedir (Braunegg ve ark., 1998; Luengo ve ark., 2003; Verlinden ve ark., 2007). Farklı tip PHA'lar değişik bakteriler kullanılarak elde edilebilmektedir. Örneğin; *Alcaligenes eutrophus* bakterisi poli-3-hidroksibütirat (PHB) gibi kısa- zincirli-PHA üretirken (hücre kuru ağırlığının %80'i), *Pseudomonas oleovorans* bakterisi ise orta-uzunlukta-zincirli-PHA'lar üretmektedir. PHA'nın üretiminde kullanılan en önemli bakteri türleri *Bacillus megaterium* (kuru ağırlığının %20'si PHA) (Floccari ve ark., 1995), *Klebsiella aerogenes* rekombinantları (kuru ağırlığının %65'i PHA) (Zhang ve ark., 1994), *Pseudomonas resinovorans* (kuru ağırlığının %45'i PHA) bakterileridir (Ashby ve Foglia, 1998).

Birçok farklı tipte PHA sentezlenmesine rağmen hem endüstride hem de akademik çalışmaların çoğunda en yaygın görülen PHA türü poli-(R)-3-hidroksil bütirat (PHB) ve hidroksivalerian asit (HV) içeren PHB kopolimerleridir. PHB termoplastik özellikli alifatik bir polyester olup tamamen biyo-çözünür özelliktedir (Suriyamongko ve ark., 2007; Madison ve Huisman, 1999). Bu polyester bakterilerin metabolizmalarında ürettikleri asetil koenzim A'nın, 3-ketotiyolaz, aseto asetil-CoA redüktaz ve PHB sentaz gibi biyosentetik enzimlerin vasıtasıyla elde edilir (Steinbüchel ve Schlegel, 1991). Optimal şartlar altında *Ralstonia eutropha* H16 gibi bir bakteri hücresel kuru ağırlığının %80'inden fazla PHB üretebilmektedir. PHB, günümüzde Metabolix ve Micromidas gibi uluslararası şirketler tarafından çeşitli bakteriler kullanılarak nişasta, mısır ve şekerin fermente edilmesiyle ticari ölçekte üretilebilmektedir (Hempel ve ark., 2011) (Şekil 3). Bakteriyel fermentasyon yöntemiyle yüksek konsantrasyonlarda polimer üretimi, PHA biyosentez genlerin transferi ile rekombinant organizmalar oluşturularak gerçekleştirilmektedir (Ediz ve Beyatlı, 2005), ancak bu oldukça pahalı bir süreçtir.

Diğer taraftan biyoplastik kaynaklar içerisinde sadece nişasta ve selüloz (doğal polimerler) orijinli biyoplastikler ileri biyoteknolojik teknikler olmaksızın üretilebilirken, diğer biyoplastik tiplerinde veya bu plastiklerin monomer bileşenlerinin üretimlerinde ileri fermentasyon teknikleri veya mikrobiyolojik metotların uygulanması gerekmektedir (Reddy ve ark., 2012). Bitkisel kaynaklı biyoplastik üretiminde düşük biyomas, besin zincirini etkilemesi ve bitkisel üretimin uzun zaman alması; bakterilerden biyoplastik üretiminde ise, kontaminasyon riski, kültürlerinde spesifik şartların,

özel aparatların ve alt yapının gerekliliği üretimi sınırlayan faktörlerdir. Ayrıca biyoplastik endüstrisinin iki önemli hammaddesi olan nişasta ve petrolün (etilen, propilen ve stiren gibi kimyasal hammaddelerin kaynağı) küresel ekonomiden ve dolayısıyla fiyat dalgalanmalarından etkilenmeleri önemli bir dezavantajdır.

Oysa yenilenebilir olmayan geleneksel petrol/kimyasal bazlı materyal üretimini sınırlamak için yenilenebilir, ekolojik, biyo-çözünebilir ve sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen biyoplastik materyallerin üretimini ve kullanımını artırmak amacıyla son yıllarda değerli ve doğal bir polisakkarit kaynağı olarak algler (Alves ve ark., 2010) potansiyel bir alternatiftir.

Biyoplastik Üretiminde Algal kaynaklar

Algler organik karbon bileşiklerinin major primer üreticisi olup, güneş enerjisinin biyomasa dönüştürülmesinde en etkili ve en ekonomik fotosentetik sucul canlılardır. Latince “deniz otu” anlamına gelen ve “su yosunları” olarak da adlandırılan algler, birçok sucul canlının besin kaynağını oluşturmalarının yanında tüm dünyanın ihtiyacı olan fotosentetik karbon ihtiyacının üçte ikisini üretmeleri ve tüm ekosistemin bütünlüğünün korunması açısından oldukça önemlidirler.

Toplam 221 alg türü ticari olarak 35 ülkede gıda, biyoteknoloji, enerji, kimya sanayi gibi pek çok alanda ve farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Şekil 4).

Alglerin özellikle endüstriyel amaçlı kullanımları mikro ve makro algler düzeyinde farklılıklar göstermektedir. Mikroalglerin üretimlerinde (bakteriyel kaynaklarda olduğu gibi) kontaminasyon riski ve hasatlarında yaşanan zorluklar nedeniyle üretimde hammadde olarak daha çok denizel makroalgler (*Porphyra*, *Laminaria*, *Gracilaria* gibi) tercih edilmektedir.

Alglerin besinsel analizleri incelediğinde karbonhidrat, protein, lipid, yağ asitleri, gliserol, doğal pigmentler (beta-karoten, astaksantin, ksantofil, fikobilin) ve canlılar için gerekli olan amino asitlerce (Durmaz ve ark., 2002) çok zengin oldukları, ayrıca mineral, vitamin, polisakkaritler (Arasaki ve Arasaki, 1983) ve polifenoller gibi antibakteriyel, antifungal ve antiviral özelliğe sahip biyoaktif maddeler (Kumar ve ark., 2008) içerdikleri tespit edilmiştir. Ancak alglerin esas kısmını polisakkaritler oluşturmaktadır. Örneğin; kırmızı alglerden *Porphyridium cruentum* (Rhodophyta) zengin bir polisakkarit kaynağı olup, hücreleri yüksek düzeyde sülfatlı şekerler üretmektedir (Durmaz ve ark., 2002). Bu özellikleriyle algler, doğal polisakkaritlerin veya karbon içeren şekerlerden elde edilen polimerlerin en iyi hammaddesi olduklarından, biyoplastik üretiminde yenilenebilir bir biyomas kaynağı olarak oldukça yüksek bir potansiyele sahiptirler.

Denizel alglerde bulunan doğal polisakkaritler

Polisakkaritler, glikozit bağlarla birbirine bağlanmış monosakkaritlerin (basit şekerler) stabilizatör, koyulaştırıcı (jelleştirici) ve emülgatör özelliğe sahip polimerleridir (Tseng, 2001). Denizel algler yüksek miktarda yapısal polisakkaritlerin (selüloz, hemiselüloz, nötral polisakkaritler) yanında mukopolisakkarit ve depo polisakkaritler (laminarin (β -1,3- glucan) (Murata ve Nakazoe,

2001; Kumar ve ark. 2008), floridean nişasta (amilopektin- benzeri glukan) (Burtin, 2003) da içermektedir. Denizel alglerde toplam polisakkarit miktarı Tablo 1'den de görüleceği üzere kuru ağırlığın %4-%76'sı arasında değişmektedir. Bazı makroalglerle yapılan çalışmalarda en yüksek içerik *Ascophyllum*, *Porphyra* ve *Palmaria* gibi türlerde tespit edilmiştir. Denizel alglerde bulunan yaygın polisakkaritler floridean nişasta, agar ve aljinatlar olup (Montaño ve ark., 1999) Şekil 5'de ayrıntılı bir şekilde şematize edilmiştir.

Polisakkaritler ister depo ister yapısal olsun türlere özgüdür (Tablo 2). Örneğin; yeşil algler sülfirik asit polisakkaritlerini, sülfat galaktanlarını ve ksilanları içerirken; kahverengi algler aljinik asit, fukoidan (sülfat fukoz), laminarin (β -1,3 glukan) ve sargasan; kırmızı algler agar, karragenanlar, floridean nişasta (amilopektin benzeri glukan) ve suda çözünebilir sülfat galaktan içermektedir (Holdt ve Kraan, 2011).

Tablo 1. Bazı denizel alglere ait toplam polisakkarit içeriği (%kuru ağırlık)

| Polisakkarit içeriği | Kahverengi Algler | | | | | Yeşil Algler | Kırmızı Algler | | | |
|----------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | <i>Laminaria</i> ve <i>Saccharina</i> | <i>Fucus</i> | <i>Ascophyllum</i> | <i>Undaria</i> | <i>Sargassum</i> | <i>Ulva</i> | <i>Chondorus</i> | <i>Porphyra</i> | <i>Gracilaria</i> | <i>Palmaria</i> |
| | %61 ^a | %66 ^b | %70 ^b | %35-45 ^c | %4-68 ^d | %15-65 ^{e,f,g} | %55-66 ^a | %76 ^a | %63 ^d | %74 ^b |

^aMorrissey ve ark. (2001); ^bRioux ve ark. (2007); ^cJe ve ark. (2009); ^dMarinho-Soriano ve ark. (2006); ^eWong and Cheung (2000); ^fOrtiz ve ark. (2006); ^gSathivel ve ark. (2008); ^hHeo and Jeon (2009)

Tablo 2. Bazı makroalglerde bulunan polisakkarit miktarları (kuru ağırlığın g 100 g⁻¹) (Holdt ve Kraan 2011)

| Algler | Aljinik asit | Fukoidan | Laminarin | Mannitol | Porpiran | Floridean nişasta | Pentoz |
|-----------------------------|--------------|----------|-----------|----------|----------|-------------------|--------|
| <i>Ascophyllum nodosum</i> | 28 | 11.6 | 4.5 | 7.5 | | | |
| <i>Laminaria digitata</i> | 32.2 | 5.5 | 14.4 | 13.3 | | | |
| <i>Porphyra umbilicalis</i> | | | | | 47.8 | 41.8 | - |
| <i>Palmaria palmate</i> | | | | | - | 25 | 46 |

Alglerden biyoplastik yapımı

Biyoplastik üretiminde kullanılan temel unsur polisakkaritlerdir (Rajendran ve ark. 2012). Bu nedenle üretimde, polisakkaritlerin belirlenmesi ve ekstrakte edilmesi gerekmektedir.

Algal polisakkaritlerin ekstraksiyonu

Polisakkarit miktarı ve tipleri türe özgü olduğundan farklı ekstraksiyon metotları (Mian ve Perciva, 1973; Montaño, 1999; Souchet, 2004; Rioux ve ark., 2007; Miksic, 2012) geliştirilmiştir. Ancak burada alglerde yaygın olarak bulunan karregen, agar, fukoidan, laminarin ve alginat polisakkaritlerinin genel bir ekstraksiyon prosedürü verilmiştir.

Karregen: Öncelikle algal polisakkaritlerin kalite kontrolü hasatta başlamaktadır. Yosunlar toplanır, hızlı bir şekilde kurutulur ve daha sonra tazeliğini koruması için balyalanır. Üretim sırasında kurutulmuş yosunlar mekanik olarak öğütülür, kum ve tuz gibi yabancı maddeleri uzaklaştırmak için elenir ve kaliteyi artırmak üzere iyice yıkanır. Selülozik materyallerin atılmasında iki aşamalı arıtma

prosesi uygulanmaktadır. İlk önce çözülmüş karregen an karışımı selülozik partiküllerin uzaklaştırılması için santrifüj edilir. Bunu takiben daha küçük partiküllerin ayrılması için filtrasyon uygulanır ve solüsyon buharlaştırılarak suyun uzaklaştırılması ile konsantre edilir. Daha sonra karregen an iki proses metodundan biriyle geri kazanılır. İlk metot, karregen an solüsyonunun potasyum klorit çözeltisine yatırılmasıdır. Bu uygulama jelleşme sıcaklığını yükseltir ve böylece filtratın hemen jel olmasını sağlar. Jel daha sonra dondurulur ve çözündürme sırasında fazla suyu atmak için sıkıştırılır.

Diğer metotta konsantre karregen an solüsyonu izopropil alkolde çöktürülür. Karregen an alkolde çözünmediği için, alkol ve su arasında pıhtıya (koagulum) dönüşür. Bu pıhtı sıvı içeriğinin atılması adına sıkıştırılır ve alkolü tamamen uzaklaştırmak için vakumlanarak kurutulur. Kurutma işlemi, kurutucu bir şerit üzerinde tamamlanır ve kurutulmuş koagulum öğütülerek harmanlanır (FMC, 2012).

Agar: Öğütülmüş yosun %5'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisinde 90 °C'de 1 saat süreyle pişirilir. Daha sonra yıkanır ve 750 mL %0,5'lik asetik asit (HOAc) çözeltisine 1 saat süreyle yatırılır. Bunu takiben tekrar yıkanır ve bir litre distile suda kaynatılır. Ardından karıştırılır ve süzülür. Filtrat toplanır ve dondurulur (bir gece). Ertesi gün oluşan jel çözülür ve kurutulur (Montaño ve ark., 1999).

Alginat: 100 gr yosun (*Laminaria*) öğütülür ve 0.1M hidrojen klorür (HCl) çözeltisinde bir gece bekletilir. Daha sonra 1 L %1'lik sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisinde yıkanır, karıştırılır ve süzülür. Filtrat toplanır ve filtratın üç katı hacminde IsPrOH ile çöktürülür. Elde edilen jel kurutulur ve öğütülür (Miksic, 2012).

Fukoidan ve Laminaran: Öğütülmüş yosuna önce pigment ve proteinlerin ayrılması için 23 °C ve 70 °C'de %85'lik etanol uygulanır. Sonra santrifüj edilir ve Watman filtre kağıdı ile vakum filtrasyon yapılarak çözücü ve pelet birbirinden ayrılır. Ayrılan pelet 70 °C'de %2'lik CaCl_2 ile muamele edilir ve santrifüjlenir. Böylece fukoidan ve laminaranın yanısıra alginatların da çökmesi sağlanır. Elde edilen peletten pH 2 ve 70 °C'de 0.01 M HCl çözeltisi ile fukoidan ayrılır ve sonra tekrar santrifüj edilir. Son olarak santrifüj sonrası elde edilen pelet alginat ekstraksiyonu için 70 °C'de %3'lük Na_2CO_3 uygulanır ve santrifüjlenir (Rioux ve ark., 2007) (Şekil 6).

Biyoplastik üretimi

Alglerden elde edilen polisakkaritler, ya Şekil 7'de gösterildiği gibi fermentasyona tabi tutularak ya da aşağıda verilen bazı örneklerde olduğu gibi tek başına veya diğer biyopolimerlerle formüle edilerek biyoplastik üretiminde kullanılabilir (Stevens, 2010; Miksic, 2012).

Sadece agardan: 3 gr agar + 240 mL gliserol solüsyonu (%1'lik) + 180 mL distile su

6 gr agar + 5 mL gliserol + 5 g Paris plasteri + 60 mL distile su

Sadece alginat: 6 gr alginat + 5 mL gliserol + 5 g Paris plasteri + 60 mL distile su

Agar-niştasta karışımı: 1,5 gr sorbitol + 3 gr agar + 3 gr niştasta + 240 mL gliserol solüsyonu + 300 mL distile su

3 gr agar + 3 gr Floridean niştasta + 5 mL gliserol + 5 g Paris plasteri + 60 mL distile su

Alginat-nişasta karışımı: 3 gr Floridean nişasta + 3 gr alginat + 5 mL gliserol + 5 gr Paris plasteri + 60mL distile su

Agar-alginat karışımı: 3 gr agar + 3 g alginat + 5 mL gliserol + 5 gr Paris plasteri + 60 mL distile su

Nişasta-agar-alginat karışımı: 2 gr Floridean nişasta + 2 gr agar + 2 gr alginat + 5 mL gliserol + 5 gr Paris plasteri+ 60 mL distile su

Biyoplastik üretiminde alglerin kullanımı üzerine yapılan alışmalar

Yenilenebilir biyomas kaynağı olarak algler yüksek bir potansiyele sahip olmalarına rağmen biyoplastik üretiminde alglerin kullanımına yönelik çok az çalışmaya rastlanılmakta, alglerin kullanımıyla ilgili alınmış sadece birkaç patent (US56564103A ve WO00/1106 ambalajlama sanayinde film ve köpük materyallerin üretiminde; WO 2007079719 dolgu maddesi üretiminde; RM2002A000592 araba lastiği yapımında) bulunmaktadır (Chiellini ve ark., 2008).

Bununla birlikte bir mikroalg türü *Spirulina platensis*'in azota sınırlı şartlarda ve asetat varlığında kuru ağırlığının yaklaşık %10'u kadar PHB sentezlediği bildirilmektedir (Jau ve ark., 2005; Chee ve ark., 2010). Yine bir diyatom türü *Phaeodactylum tricorutum* içerisine gram negatif bakteri *Ralstonia eutropha* H16 bakterisine ait 3 enzim (ketotiolaz, asetil-CoA redüktaz ve PHB sentaz) yerleştirilmiş ve diyatom sitozolünde algal kuru ağırlığın %10,6'sından daha fazla PHB'nin sentezlendiği görülmüştür (Hempel ve ark., 2011).

Sapalidis ve ark. (2007) polivinil alkol (PVA) ve *Zostera*'nın birleşiminden bir kompozit film üretmişlerdir. Bu materyalin sadece %20'sinin (optimum) *Zostera* 'dan oluşmasına rağmen mekanik ve termal özellikler bakımından saf PVA'dan daha iyi sonuç verdiğini, elde edilen bu biyokompozit materyalin ambalaj sanayinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

PVA ile biyokompozit materyallerin araştırıldığı bir başka çalışmada, makroalglerden "deniz marulu" olarak da bilinen *Ulva armoricana* 'nın dolgu malzemesi olarak kullanımının çok iyi sonuç verdiği ve 100 gün içerisinde %80'inden fazlasının bozunmaya uğradığı tespit edilmiştir (Chiellini ve ark., 2008).

Ayrıca Beacham (2010), alg-bazlı reçinelerin polipropilen gibi standard ticari reçinelerle karıştırılabileceğini ve enjeksiyon kalıplama ya da ısıl-şekillendirme (termoform) gibi yöntemlerle parça üretilmesinde kullanılabileceğini belirtmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Petrol rezervlerinin azalması, yüksek petrol fiyatları ve artan sera gazlarının etkisiyle biyolojik orijinli olarak geliştirilen teknolojilerden biri olan yenilenebilir biyoplastikler, biyo-çözünür, biyo-uyumlu ve gbrelelenebilir özellikleri nedeniyle evre dostu olarak tanımlanmaktadır. Diğer taraftan petrol kaynaklı veya kimyasal türevli sentetik polimerlerden üretilen plastiklerin çevresel problemlere yol açtığı bilinen bir gerçektir. Özellikle denizlerde ve okyanuslarda biriken plastikler, hidrofobik kimyasalları akümüle ettiğinden suda çok yavaş bozunmakta, dolayısıyla plastik endüstrisinin atıkları

deniz yüzeyinin kirlenmesinde başlıca etkenlerden biri olmaktadır. Bu kirleticiler aynı zamanda su yüzeyinde konsantre halde poliklor bifenil (PCB) ve diklordifenildikloretilen (DDE) içermektedir. Deniz hayvanları plastik atıklarının bir bölümünü yiyeceklerle karıştırmakta, deniz kuşlarının midelerinden sürekli olarak deniz yüzeyinde bulunan plastik atıkların çıktığı görülmektedir. Balık ve kuşların plastik granülleri yiyecek olarak tüketmeleri üzerine yapılan araştırmalarda bu canlılarda yüksek miktarda PCB bulunduğu ve üremenin olumsuz etkilendiği gösterilmiştir (Peakall, 1970; Kime, 1995; Brown ve ark., 2009). Deniz kaplumbağaları ise plastik torbaları denizaneleri ile karıştırmakta, bunların alınması mide de tıkanıklıklara neden olmakta, hayvana yalancı doygunluk hissi vererek açlıktan ölmesine neden olabilmektedir. Ayrıca yine PCB'nin deniz kaplumbağalarında doza bağlı olarak immun sisteminin olumsuz etkilendiği bildirilmektedir (Yu ve ark., 2012). Plastik balık ağlarının atılması veya kopması birçok deniz canlısı için letal etki yapmaktadır. 1982 yılında yapılan bir çalışmada yıllık olarak 50.000 denizayısının plastik balıkçı ağları nedeniyle öldüğünü göstermiştir (Allsop ve ark., 2012).

Biyoplastik üretiminde yenilenebilir doğal polisakkarit kaynağı olarak alglerin kullanılması, hem hammadde teminine hem de plastik atıklar neticesinde ortaya çıkan çevresel ve sağlık problemlerinin çözümüne yönelik olarak atılmış önemli ve ümit verici bir adım olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte biyoplastik üretiminde yüksek bir biyomas kaynağı potansiyeline sahip olan alglere rağmen, biyoplastik üretimi sentetik plastik üretimine göre daha yüksek bir maliyete sahip olmaya devam etmektedir. Bu nedenle gerek bilimsel araştırmalarda ve gerekse endüstriyel uygulamalarda alg türevli biyoplastik üretimi devlet politikası olarak ele alınmalı ve desteklenmelidir.

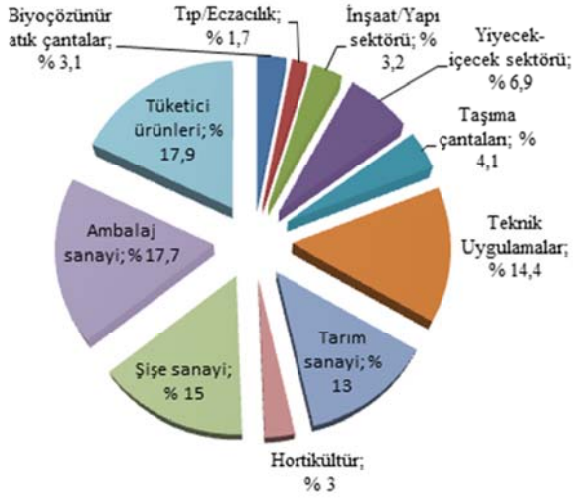
KAYNAKLAR

- Allsop, M., Walters, A., Santillo, D. and Johnston, P. 2012. Plastic debris in the World's oceans. http://www.unep.org/regionalseas/marinelitter/publications/docs/plastic_ocean_report.pdf (online erişim Temmuz 2012).
- Alves, A., Caridade S.G., Mano, J.F., Sousa, R.A., Reis, R.L. 2010. Extraction and physico-chemical characterization of a versatile biodegradable polysaccharide obtained from green algae. *Carbohydrate Research* 345: 2194–2200.
- Arasaki, S., Arasaki, T. 1983. Low calorie, high nutrition vegetables from the sea to help you look and feel better. *Japan Publications*, Tokyo, pp.196.
- Arıkan, A. 2009. Biyoplastikler. *Ambalaj Bülteni*, Ocak/Şubat, 26-32.
- Ashby, R. D., Foglia, T. A. 1998. Poly(hydroxyalkanoate) biosynthesis from triglyceride substrates. *Applied Microbiology and Biotechnology* 49: 431-437.
- Beacham, W. 2010. Algae-based bioplastics a fast-growing market. (online erişim: Mayıs 2012) <http://www.icis.com/Articles/2010/06/21/9368969/algaebased-bioplastics-a-fast-growing-market.html>
- Björkner, B., Frick-Engfeldt, M., Pontén, A. and Zimerson, E. 2011. Plastic Materials. *Contact Dermatitis*, Part 6: 695-728.
- Braunegg, G., Lefebvre, G. and Genser, K. F. 1998. Polyhydroxy alkanoates, bio polyesters from renewable resources: Physiological and engineering aspects. *Journal of Biotechnology* 65: 127–161.
- Brown, T., Sheldon, T. A., Burgess, N. M. and Reimer, K. J. 2009. Reduction of PCB contamination in an arctic coastal environment: A first step in assessing ecosystem recovery after the removal of a point source. *Environment Science and Technology* 43(20):7635-7642.
- Burtin, P. 2003. Nutritional value of seaweeds. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry* 2(4):498-503.

- http://ejeafche.uvigo.es/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=208
- C&EN (Chemical and Engineering News), 2006. Green chemistry is a guide for industrial biotechnology. Chemical and Engineering News 84(14). (online erişim Temmuz 2012)
<http://pubs.acs.org/cen/employment/84/8414employbox2.html>
- Chee, J. Y., Yoga, S. S., Lau, N. S., Ling, S. C., Abed, R. M. M and Sudesh, K. 2010. Bacterially produced polyhydroxyalkanoate (PHA): Converting renewable resources into bioplastics. Applied Microbiology and Microbial Biotechnology 2:1395-1404.
<http://www.formatex.info/microbiology2/1395-1404.pdf>
- Cheng-Cheng, F. 2011. Bio plastics development planning in Thailand. Invest in Taiwan. http://investtaiwan.nat.gov.tw/news/ind_news_eng_display.jsp?newsid=72 (online erişim Temmuz 2012).
- Chiellini, E., Cinelli, P., Ilieva, V. I. and Martera, M. 2008. Biodegradable hermoplastic composites based on polyvinyl alcohol and algae. Biomacromolecules 9:1007–1013.
- de Guzman, D. 2012. “NatureWorks, BioAmber form JV”. ICIS Green Chemicals blog, <http://www.icis.com/blogs/green-chemicals/2012/02/natureworks-bioamber-forms-jv.html> (online erişim Haziran 2012)
- DiGregoria, B. E. 2009. Biobased Performance Bioplastic: Mirel. Chemistry & Biology 16:1-2.
- DPT, 2006. Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Kimya Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Plastik Ürünler Çalışma Grubu Raporu, Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013).
http://plan9.dpt.gov.tr/oik44_kimya/44KimyaSanayii_anarapor.pdf
- Durmaz, Y., Işık, O., Bandarra, N. M., Cirik, S., Turan, G., Gökpinar, Ş., 2002. Porphyridium cruentum (Rhodophyceae) yağ asitleri kompozisyonuna kurutma yöntemlerinin etkisi. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 19(1-2): 189 – 195.
- Ediz, N; Beyatlı, Y. 2005. *Bacillus* cinsi bakteriler tarafından biyoplastik üretimi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi* 3 (5): 1-22. www.mikrobiyoloji.org/pdf/702050501.pdf
- Floccari, M.E., López, N. I., Méndez, B.S., Fürst, U.P., Steinbüchel, A., 1995. Isolation and partial characterization of *Bacillus megaterium* mutants deficient in poly(3-hydroxybutyrate) synthesis. Canadian Journal of Microbiology 41(13): 77-79.
- FMC, 2012. Carregeenan/Manufacturing. FMC BioPolymer.
<http://www.fmcbiopolymer.com/Food/Ingredients/Carrageenan/Manufacturing.aspx> (online erişim Haziran 2012).
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. 1997. Plastikler. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, No:46, Ankara, ISBN 975-8088-51-3.
- Hempel, F., Bozarth, A. S., Lindenkamp, N., Klingl, A., Zauner, S., Linne, U., Steinbüchel, A. and Maier, U. G., 2011. Microalgae as bioreactors for bioplastic production. Microbial Cell Factories 10:81.
<http://www.microbialcellfactories.com/content/10/1/81>
- Heo, S. J., Jeon, Y. J., 2009. Protective effect of fucoxanthin isolated from *Sargassum siliquastrum* on UV-B induced cell damage. Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology 65:101–107.
- Holdt, S. L. & Kraan, S. 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. Journal of Applied Phycology 23:543–597.
- Hopewell, J., Dvorak, R. and Kosior, E. 2009. Plastics recycling: challenges and opportunities. Philosophical Transactions of The Royal Society B-Biological Sciences 364:2115-26.
- Jau, M.-H., Yewa, S.-P., Toh, P. S. Y., Chonga, A. S. C., Chub, W.-L., Phang, S.-M., Najimudin, N., Sudesh, K. 2005. Biosynthesis and mobilization of poly(3-hydroxybutyrate) [P(3HB)] by *Spirulina platensis*. International Journal of Biological Macromolecules 36: 144–151.
- Je, J-Y, Park, P. J., Kim, E. K., Park, J. S., Yoon, H. D., Kim, K. R., Ahn, C. B. 2009. Antioxidant activity of enzymatic extracts from the Brown seaweed *Undaria pinnatifida* by electron spin resonance spectroscopy. LWT- Food Science Technology 42:874–878.
- Jerez, A., Partal, P., Martínez, I., Gallegos, C. and Guerrero, A. 2007. Protein-based bioplastics: effect of thermo-mechanical processing. Rheologica Acta 46(5):711-720.
- Kime, D. E. 1995. The effects of pollution on reproduction in fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 5: 52–96.
- Kumar, C. S., Ganesan, P., Suresh, P. V., Bhaskar, N. 2008. Seaweeds as a source of nutritionally beneficial compounds—a review. Journal of Food Science Technology 45:1–13.
- Kumar, S. M. N., Mohanty, A. K., Erickson, L., Misra, M. 2009. Lignin and its applications with polymers. Journal of Biobased Materials and Bioenergy 3(1):1-24.
- Lörcks, J. 1998. Properties and applications of compostable starch-based plastic material. Polymer Degradation and Stability 59(1–3):245–249.
- Luengo, J. M., García, B., Sandoval, A., Naharro, G. and Olivera, E. R. 2003. Bioplastics from microorganisms. Current Opinion in Microbiology, 6:251–260.

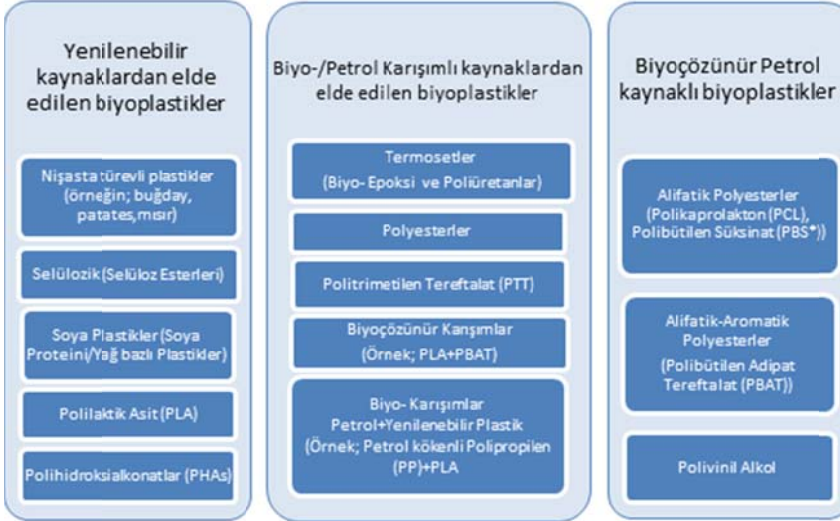
- Madison, L. L., Huisman, G.W. 1999. Metabolic engineering of poly(3-hydroxyalkanoates): from DNA to plastic. *Microbiology and Molecular Biology Reviews.*, 63(1):21-53.
- Marinho-Soriano, E., Fonseca, P .C., Carneiro, M. A. A., Moreira, W. S. C. 2006. Seasonal variation in the chemical composition of two tropical seaweeds. *Bioresour Technol* 97:2402–2406.
- Mian, A. J., & Percival, E. 1973. Carbohydrates of the brown seaweeds: *Himantalia lorea*, *Bifurcaria bifurcata* and *Padina pavonia*. *Carbohydrate Research* 26:133–146.
- Miksic, B. 2012. Effect of Extrusion Parameters on Performance Characteristics of Biodegradable Films. Doctoral Thesis. University Of Zagreb Faculty Of Mechanical Engineering And Naval Architecture, Zagreb.
- Momani, B. 2009. Assessment of the Impacts of Bioplastics: Energy usage, fossil fuel usage, pollution, health effects, effects on the food supply, and economic effects compared to petroleum based plastics. An Interactive Qualifying Project Report, Submitted to the Faculty of the Worcester Polytechnic Institute, <http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-031609-205515/unrestricted/bioplastics.pdf>
- Montaño, M. N., Villanueva, R. D., Romero, J. B. 1999. Chemical characteristics and gelling properties of agar from two Philippine Gracilaria spp. (Gracilariales, Rhodophyta). *Journal of Applied Phycology* 11.: 27–34.
- Morrissey, J., Kraan, S., Guiry, M. D. 2001. A guide to commercially important seaweeds on the Irish coast. Bord Iascaigh Mhara, Dublin, 66 pp.
- Murata, M., Nakazoe, J. 2001. Production and use of marine algae in Japan. *Japan Agriculture Research Q* 35:281–290.
<http://www.jircas.affrc.go.jp/english/publication/jarq/35-4/35-04-10.pdf>
- Nawrath, C., Poirier, Y. and Somerville, C. 1995. Plant polymers for biodegradable plastics: Cellulose, starch and polyhydroxyalkanoates. *Molecular Breeding* 1(2):105-122.
- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernández, J., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A., Rios, A. 2006. Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry* 99:98–104.
- Page, W. J., 1992. Suitability of commercial beet molasses fractions as substrates for polyhydroxyalkanoate production by *Azotobacter vinelandii* UWD, *Biotechnology. Letter* 14 (5): 385-390.
- Pei, L., Schmidt, M. and Wei, W. 2011. Conversion of Biomass into Bioplastics and Their Potential Environmental Impacts. *Biotechnology of Biopolymers*, ISBN: 978-953-307-179-4, pp. 58-74.
http://www.markusschmidt.eu/pdf/2011_InTech-Chapter3.pdf
- Peakall, D. B. 1970. Pesticides and the reproduction of birds. *Scientific American* 222:73-78.
- Prieto, M. A. 2007. From oil to bioplastics, a dream come true?. *Journal of Bacteriology* 189: 289–290.
- Reddy, M. M., Misra, M., Mohanty, A. K. 2012. Bio-based materials in the new bio-economy. American Institute of Chemical Engineering (AIChE), Chemical Engineering Proses (CEP), www.aiche.org/cep (online erişim Haziran 2012).
- Rajendran, N., Puppala, S., Sneha Raj, M., Ruth Angeeleena B., and Rajam, C. 2012. Seaweeds can be a new source for bioplastics. *Journal of Pharmacy Research* 5(3): 1476-1479.
- Rioux, L. E., Turgeon, S. L., Beaulieu, M. 2007. Characterization of polysaccharides extracted from brown seaweeds. *Carbohydrate Polymers* 69:530–537.
- Sapalidis, A. A., Katsaros, F. K., Romanos, G. E., Kakizis, N. K., Kanellopoulos, N. K. 2007. Preparation and characterization of novel poly-(vinyl alcohol)–*Zostera* flakes composites for packaging applications. *Composites: Part B* 38:398–404.
- Sathivel, A., Raghavendran, H. R. B., Srinivasan, P., Devaki, T. 2008. Antiperoxidative and anti-hyperlipidemic nature of *Ulva lactuca* crude polysaccharide on D-galactosamine induced hepatitis in rats. *Food Chemical Toxicology* 46:3262–3267.
- Sevilmiş, G. 2012. Ege Bölgesi Plastik Sektörü Raporu. İzmir Ticaret Odası (İZTO), Ar&Ge Bülten, İzmir.
- Shen, L., Haufe, J., Patel, M.K. 2009. Product overview and market projection of emerging bio-based plastics. Pro-Bib 2009 Final Report.
- Song, J. H., Murphy, R. J., Narayan, R. and Davies, G. B. H. 2009. Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics. *Philosophical Transactions of The Royal Society* 364: 2127–2139.
- Souchet, N. 2004. Étude de l'influence de la période de récolte de l'algue brune *Laminaria longicruris* sur sa composition en polysaccharides bioactifs. Mémoire de maîtrise, Université Laval.
- Steinbüchel, A., Schlegel, H. G. 1991. Physiology and molecular genetics of poly (beta-hydroxy-alkanoic acid) synthesis in *Alcaligenes eutrophus*. *Molecular Microbiology* 5(3):535-542.
- Stevens, G. 2010. How to: make algae bioplastics? (online erişim Haziran 2012).
<http://green-plastics.net/discussion/54-student/84-how-to-make-algae-bioplastic>
- Suriyamongko, I. P., Weselake, R., Narine, S., Moloney, M., Shah, S. 2007. Biotechnological approaches for the production of polyhydroxyalkanoates in microorganisms and plants - a review. *Biotechnol Advances* 25(2):148-175.

- Thompson, R. C., Moore, C. J., vom Saal, F. S. and Swan, S. H. 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 27 364(1526): 2153-2166
- Tseng, C. K. 2001. Algal biotechnology industries and research activities in China. *Journal of Applied Phycology* 13:375–380.
- USDA (U.S. Dept. of Agriculture), 2008. U.S. Biobased products market potential and projections through 2025. Office of Energy Policy and New Uses, (OCE-2008-1), (online erişim Haziran 2012).
- Verlinden, R. A. J., Hill, D. J. , Kenward, M. A. , Williams, C. D. and Radecka, I. 2007. Bacterial synthesis of biodegradable polyhydroxy alkanooates. *Journal of Applied Microbiology* 102: 1437–1449.
- Vroman, I. and Tighzert, L. 2009. Biodegradable Polymers. *Materials* 2:307-344
- Wong, K. H., Cheung, P. C. K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds. Part I—proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry* 71:475–482
- Yenwo, G. M., Manson, J. A., Pulido, J., Sperling, L. H., Conde, A., Devia, N. 1977. Castor-oil-based interpenetrating polymer networks: Synthesis and characterization. *Journal of Applied Polymer Science* 21(6): 1531–1541.
- Yu, S., Halbrook, R. S., Sparling, D. W. 2012. Accumulation of polychlorinated biphenyls (PCBs) and evaluation of hematological and immunological effects of PCB exposure on Turtles. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 88(6):823-827.
- Zhang, H., Obias, V., Gonyer, K. and Dennis, D. 1994. Production of polyhydroxyalkanoates in sucrose-utilizing recombinant *Escherichia coli* and *Klebsiella* strains. *Applied and Environmental Microbiology* 60(4): 1198-1205.



Şekil 1. 2011 Yılı itibariyle biyoplastiklerin kullanıldığı sektörler (Miksic, 2012)

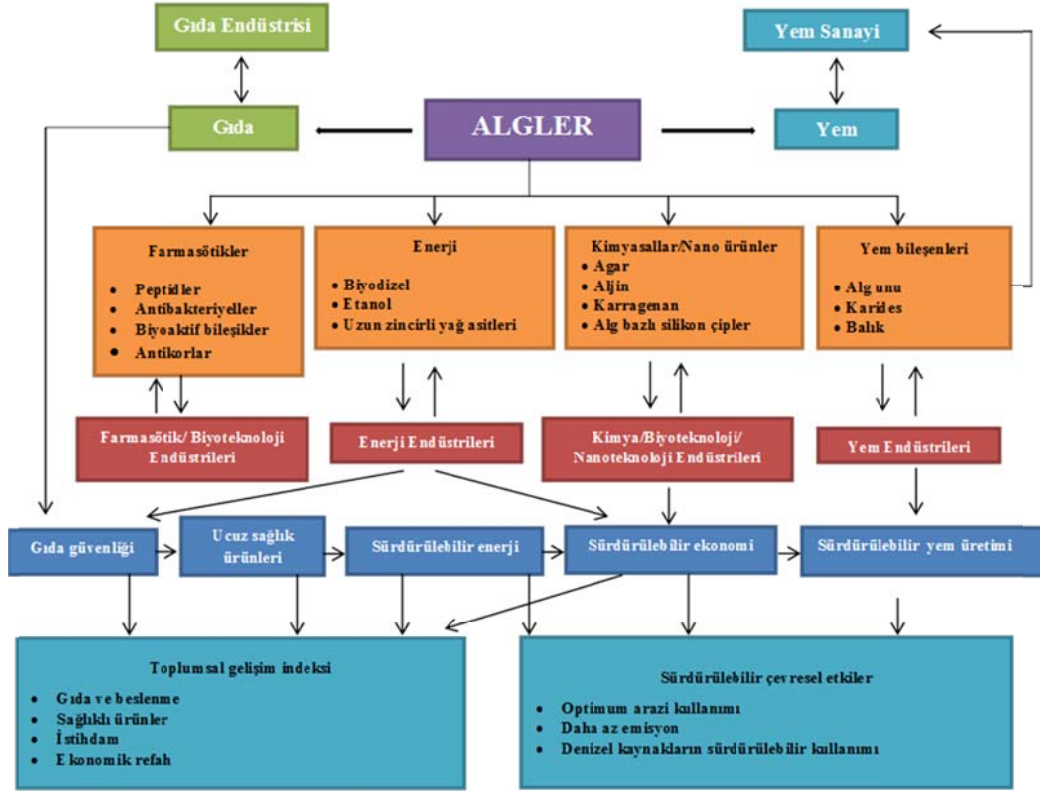
EK



Şekil 2. Biyoplastik kaynakları (Reddy ve ark., 2012). (*PBS yenilenebilir kaynaklardan türetilen yeni bir biyoplastik)

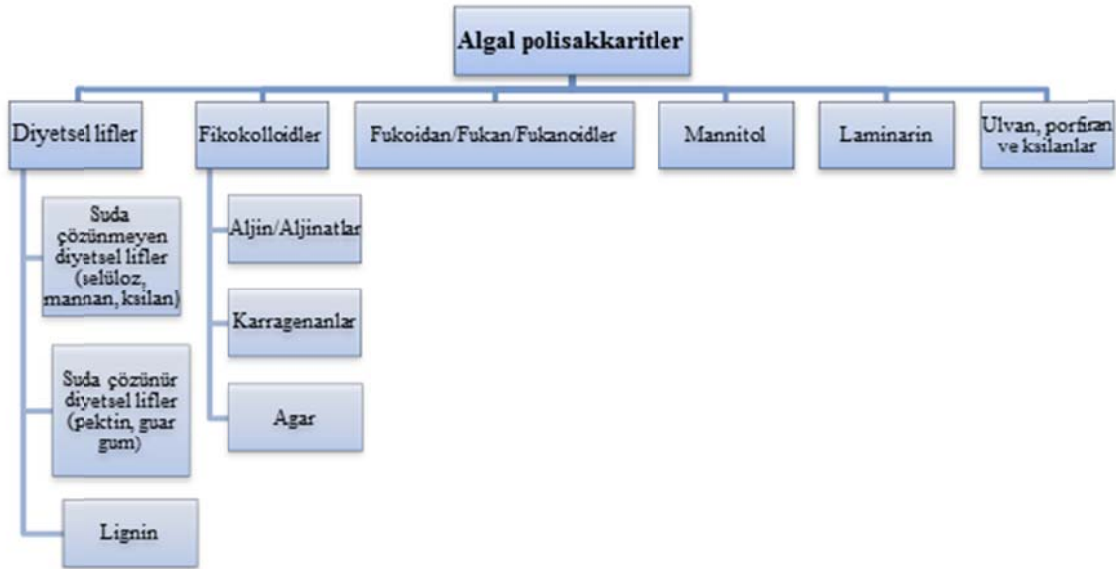


Şekil 3. Bakteri hücresi tarafından sentezlenen PHA (C&EN., 2006). (Metabolix şirketi, PHA sentezleyen bakterilerden aldıkları genleri *Escherichia coli* suşuna aktararak fermentasyon yoluyla, şekeri plastiğe dönüştürmüş ve beyaz küreler şeklinde PHA elde etmiştir)

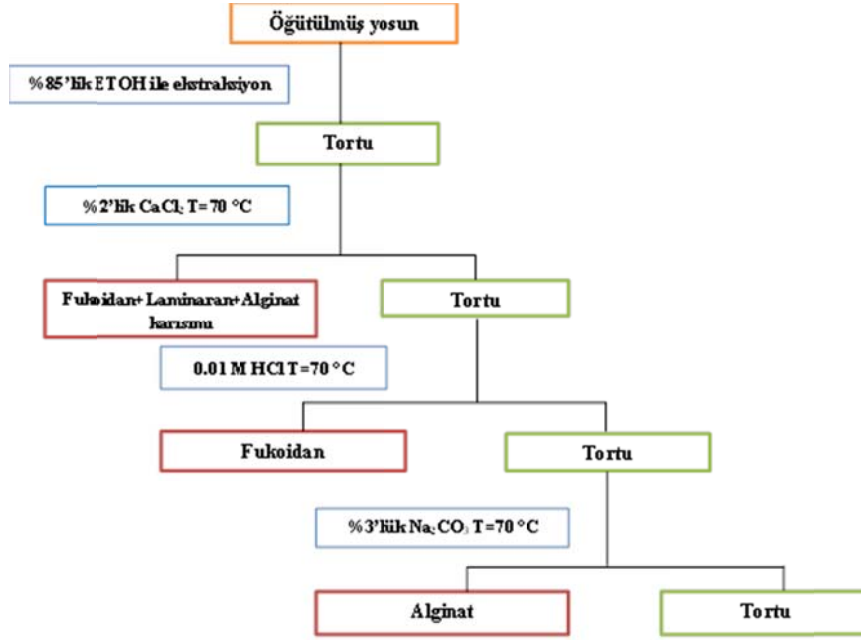


EK

Şekil 4. Algerin kullanıldığı sektörler ve yaygın etkileri

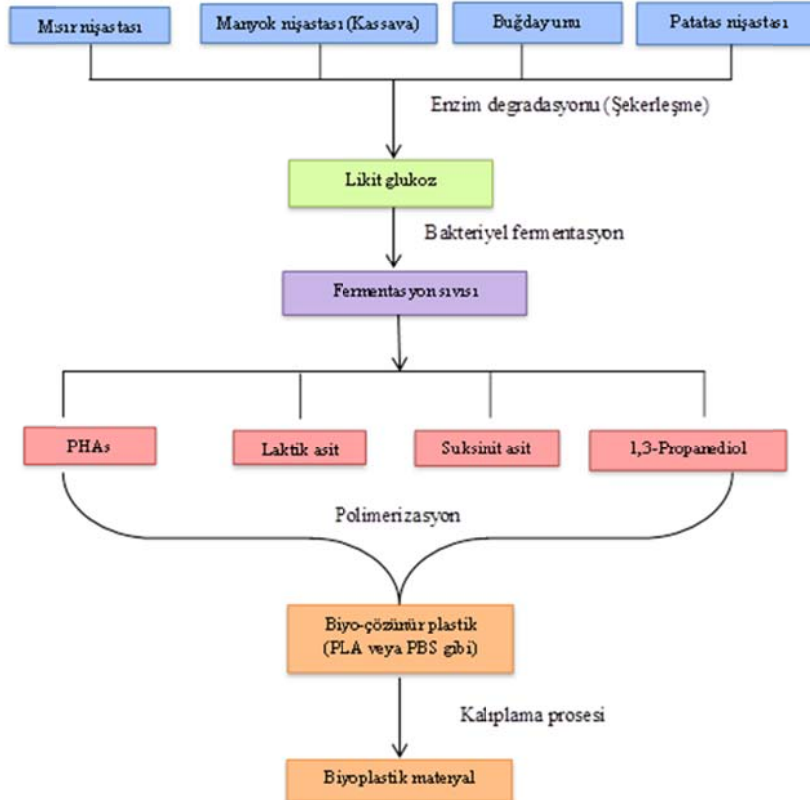


Şekil 5. Algal polisakkaritler



EK

Şekil 6. Algal polisakaritlerin ekstraksiyonu (Rioux ve ark., 2007)



Şekil 7. Yenilenebilir bitkisel kaynaklı biyoplastik üretiminde fermentatif bir proses (Cheng-Cheng, 2011)

Heavy metal contents in largehead hairtail (*Trichiurus lepturus*) from the coast of Karachi

Farzana YOUSUF¹, Quratulan AHMED¹, Mustafa TÜRKMEN^{2*}, Sadaf TABUSSUM¹

¹Department of Zoology, University of Karachi, Karachi, PAKISTAN

²Department of Biology, Faculty of Science & Arts, University of Giresun, Giresun, TURKEY

Sorumlu Yazar: aquratulan_ku@yahoo.com

Geliş Tarihi: 06.11.2012

Kabul Tarihi: 12.01.2013

Abstract

The concentrations of heavy metal (Fe, Zn, Cu Mn) were recorded in liver and muscles of (72) specimens of *Trichiurus lepturus* from the coast of Karachi fish harbour from August 2011 to July 2012. Our results indicated that the concentration of heavy metals was found to be generally higher in liver than muscles of fish. The highest mean concentration of Fe (591 ug/g) were recorded in fish liver and also the highest mean concentration of Fe (42.6 ug/g) were recorded in muscles. The lowest mean concentration of Mn (13.6 ug/g) in were recorded in liver of fish and lowest mean concentration of Mn (0.94 ug/g) were also recorded in muscles. Metal concentration significantly varied in different months of the year.

Keywords: Heavy metal, *Trichiurus lepturus*, Karachi coast, Pakistan

INTRODUCTION

The seas and oceans, which cover 70% of the world's surface, are one of the man's great hopes for future food supplies. As human populations multiply and industrialization increases, the problems of environmental pollution become more critical (Jerome & Williams, 1979). Heavy metals enter the aquatic environment naturally through weathering of the earth's crust. In addition to geological weathering, human activities have also introduced large quantities of metals to local water bodies, thereby disturbing the natural balance in the ecosystem (Forstner & Wittmann, 1983). Fishes are major part of the human diet and it is therefore not surprising that numerous studies have been carried out on metal pollution in different species of edible fish (Unlu *et al.*, 1996; Prudente *et al.*, 1997; Tepe *et al.*, 2008; Türkmen *et al.*, 2010; Mutlu *et al.*, 2012).

Low levels of copper and zinc in fish muscles appear to be due to low levels of binding proteins in the muscles (Allen-Gill & Martynov, 1995). The danger of zinc is aggravated by its almost indefinite persistence in the environment because it cannot be destroyed biologically but are only transformed from oxidation state or organic complex to another. Zinc is a potential toxicant to fish (Everall *et al.*, 1989), which causes disturbances of acid-base and ionoregulation, disruption of gill tissue and hypoxia (Hogstrand *et al.*, 1994).

The essential elements play vital biochemical and physiological functions in fish. Zinc, for example, is regulated to maintain a certain homeostatic status in fish (Chen & Chen, 1999), while both Fe and Cu are components of the enzyme cytochrome oxidase which is involved in energy metabolism (NAS, 1976). Toxicity of iron, for example, may lead to heamochromatosis and, in severe cases, to thalassaemia (Hovinga *et al.*, 1993).

Among the various toxic pollutants, heavy metals are particularly severe in their action due to tendency of bio-magnification in the food chain. The global heavy metal pollution of water is a major environmental problem. With the advent of agricultural and industrial revolution, most of the water sources are becoming contaminated (Khare & Singh, 2002)

The objective of this study was to determinate the concentration of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Mn) in fish from the coast of Karachi by the Atomic Absorption Spectrophotometer dry ash method.

MATERIAL and METHOD

Totally seventy two fishes collected monthly from the coast of Karachi (Figure 1). Six fish samples collected each month from August 2011 to July 2012 were transported to the laboratory in a bucket box with ice on the same day in each study period.

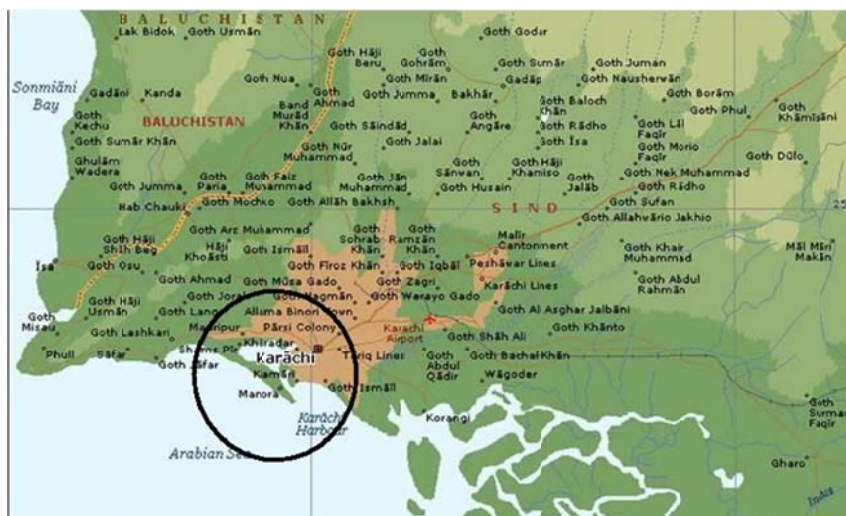


Figure 1. Study area from Karachi fish harbour, Karachi coast

The fish samples measured the length in cm and weight in g. The measured mean lengths of the samples ranged from 560 to 950 mm and mean weights from 245 to 450 g. Then samples were washed with deionized water and wrapped separately in polyethylene bag and stored frozen at -20°C until analysis. Fish samples were de-scaled and rinsed with ultrapure water before dissection for the isolation of the internal organ for test samples liver and flesh muscles. Care was taken during dissection of the internal organ (liver) to prevent any injuries and metal contaminations of the organ samples by using stainless steel dissecting kits. The isolated organs (liver and flesh muscles) were manually cut into small pieces with stainless-steel scissor and weighed accurately to $(3.00 \pm 0.05 \text{ g})$ (wet weight basis) into individual sanitized porcelain crucibles and subsequently subjected to keep a muffle furnace at 500°C for 3 hours. Samples were ground and calcinated until made up white or grey ash. Weighted dry ash was dissolved in 10 ml HCl (conc) and then filtered and brought to final volume (50 ml) with distilled water. Sample blanks were prepared in the laboratory in a similar manner to the field samples.

Calibration standards were prepared from multi element standard. All samples were analyzed for iron, zinc, copper and manganese by AAnalyst 700 Atomic Absorption spectrophotometer. All metal results were expressed as ug/g dry weight. One way ANOVA and Duncan's multiple range test were performed to test the differences of the metal levels among months ($p < 0.05$).

RESULT and DISCUSSION

A total (72) fish sample of *Trichiurus lepturus* were collected from fish harbour of Karachi coast for metal analysis on monthly basis. Iron showed the highest concentrations in both tissues of examined fish in all months (Table 1). Second highest metal was zinc after iron. As reported by many researchers, liver metal levels in this study were higher than muscle metal levels (Çoğun et al., 2005; Uluözlu et al., 2007; Tepe et al. 2008; Türkmen et al. 2008; Türkmen et al., 2012). There were differences among the levels of same tissues according to months ($p < 0.05$).

In muscles, the lowest metal levels in ug/g d.w were found as 18.1 (Fe), 1.74 (Cu) in February 2012, 4.87 (Zn) in December 2011 and 0.94 (Mn) in August 2011. On the other hand, the highest metal levels in ug/g d.w were found as 42.6 (Fe), 16.8 (Zn), 3.31 (Mn) and 6.56 (Cu) in July 2012. Metal levels for fish muscles in literature were reported as 0.84-1.83 (Cu), 68.6-163 (Fe), 1.28-6.54 (Mn) and 35.4-106 (Zn) for fish species from Black and Aegean seas (Uluözlu et al., 2007), 2.37-3.73 (Cu), 20.9-55.8 (Fe), 1.63-5.96 (Mn) and 18.1-43.9 (Zn) for fish species from Mediterranean Sea (Abdallah & Abdallah, 2008), 0.80-7.05 (Cu), 9.18-99.0 (Fe), 0.18-2.78 (Mn) and 3.51-53.5 (Zn) for fish species from Aegean and Mediterranean seas (Türkmen et al., 2009), <0.001-4.92 (Cu), 11.6-287 (Fe), 0.255-9.717 (Mn) and 2.116-54.95 (Zn) for fish species from İstanbul fish market (Ozden et al., 2010), 0.48-1.30 (Cu), 19.3-52.3 (Fe), 0.19-0.86 (Mn) and 3.41-11.2 (Zn) for fish species from Akyatan Lagoon, Mediterranean (Türkmen et al., 2012).

In livers, the lowest metal levels in ug/g d.w were found as 401 (Fe), 13.4 (Cu) in February 2012, 27.3 (Zn) in August 2011 and 13.6 (Mn) in November 2011. On the other hand, the highest metal levels in ug/g d.w were found as 598 (Fe) in November 2011 and 43.2 (Cu) in August 2011, 75.0 (Zn) and 53.3 (Mn) in June 2012.

Table 1. Comparison of heavy metal concentrations (ug/g d.w) in muscles and liver of fish *Trichiurus lepturus* from the coast of Karachi*

| Sampling months | Tissues | Iron | Zinc | Manganese | Copper |
|-----------------|---------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| August 2011 | Muscle | 20.1±2.83 ^a | 6.53±0.42 ^{ab} | 0.94±0.21 ^a | 1.93±0.24 ^{ab} |
| | Liver | 455±38.9 ¹² | 27.3±2.16 ¹ | 14.8±0.64 ¹ | 43.2±5.19 ² |
| September 2011 | Muscle | 20.7±2.04 ^a | 7.14±0.30 ^{abc} | 1.79±0.27 ^{abcd} | 2.19±0.44 ^{ab} |
| | Liver | 409±44.9 ¹ | 34.4±4.60 ¹²³ | 15.4±0.59 ¹ | 42.02±4.82 ² |
| October 2011 | Muscle | 26.5±4.71 ^{ab} | 10.2±0.76 ^{bcde} | 2.06±0.44 ^{abcd} | 1.82±0.40 ^a |
| | Liver | 448±39.7 ¹² | 32.4±3.34 ¹² | 21.7±3.90 ¹² | 15.7±1.56 ¹ |
| November 2011 | Muscle | 28.1±3.26 ^{ab} | 10.7±0.79 ^{cde} | 1.26±0.17 ^{ab} | 2.48±0.31 ^{abc} |
| | Liver | 598±49.6 ² | 45.2±3.09 ²³⁴⁵ | 13.6±1.20 ¹ | 15.5±1.56 ¹ |
| December 2011 | Muscle | 19.0±1.56 ^a | 4.87±0.24 ^a | 1.29±0.21 ^{ab} | 2.21±0.26 ^{ab} |
| | Liver | 418±23.7 ¹ | 42.1±3.43 ²³⁴⁵ | 26.5±3.49 ¹² | 37.7±6.01 ² |
| January 2012 | Muscle | 26.5±4.90 ^{ab} | 8.41±0.36 ^{abcd} | 1.62±0.28 ^{abc} | 2.61±0.16 ^{abcd} |
| | Liver | 537±59.3 ¹² | 35.7±3.30 ¹²³ | 20.4±2.99 ¹² | 15.1±1.24 ¹ |
| February 2012 | Muscle | 18.1±1.89 ^a | 9.55±0.98 ^{bcde} | 1.72±0.20 ^{abcd} | 1.74±0.22 ^a |
| | Liver | 401±27.8 ¹ | 53.0±3.21 ⁴⁵ | 26.2±3.29 ¹² | 13.4±0.74 ¹ |
| March 2012 | Muscle | 35.6±2.23 ^{bcd} | 9.62±0.99 ^{bcde} | 2.45±0.45 ^{bcde} | 3.18±0.60 ^{abcd} |
| | Liver | 555±47.4 ¹² | 44.0±4.13 ²³⁴⁵ | 22.5±1.27 ¹² | 34.4±6.05 ² |
| April 2012 | Muscle | 26.7±3.11 ^{ab} | 9.16±0.74 ^{bcd} | 2.68±0.69 ^{cde} | 4.32±1.10 ^{bcd} |
| | Liver | 500±34.5 ¹² | 39.3±5.47 ¹²³⁴ | 26.0±3.40 ¹² | 42.4±7.84 ² |
| May 2012 | Muscle | 29.7±6.62 ^{abc} | 13.4±1.22 ^{ef} | 2.47±0.35 ^{bcde} | 4.93±1.31 ^{de} |
| | Liver | 498±35.6 ¹² | 55.1±4.58 ⁵ | 33.4±3.40 ² | 35.9±8.40 ² |
| June 2012 | Muscle | 41.1±6.04 ^{cd} | 11.8±1.31 ^{de} | 2.86±0.23 ^{de} | 4.79±1.34 ^{cde} |
| | Liver | 536±65.5 ¹² | 75.0±7.61 ⁶ | 53.3±7.68 ³ | 39.3±6.20 ² |
| July 2012 | Muscle | 42.6±4.07 ^d | 16.8±3.22 ^f | 3.31±0.53 ^e | 6.56±0.92 ^e |
| | Liver | 581±82.3 ² | 48.2±6.04 ³⁴⁵ | 54.0±9.47 ³ | 41.3±6.27 ² |
| Total | Muscle | 27.9±1.40 | 9.86±0.49 | 2.04±0.13 | 3.23±0.26 |
| | Liver | 495±15.0 | 44.3±1.88 | 27.3±1.92 | 31.3±1.99 |

*Vertically, letters *a* and *b* show differences among levels in muscles according to months, *1* and *2* differences among levels in livers according to months, and levels sharing the same letters were not significantly different from one another.

Metal levels for fish livers in literature were reported as 20.8-260 (Cu), 236-363 (Fe) and 111-160 (Zn) for fish species from Mediterranean Sea (Çoğun et al., 2005), 1.11-46.2 (Cu), 49.9-889 (Fe), 0.72-7.33 (Mn) and 9.83-195 (Zn) for fish species from Turkish seas (Tepe et al., 2008), 2.61-7.25 (Cu), 92.8-137 (Fe), 1.29-4.10 (Mn) and 15.3-25.5 (Zn) for fish species from

Yelkoma Lagoon, Mediterranean (Türkmen et al., 2010), 3.36-29.7 (Cu), 92.9-176 (Fe), 1.06-2.56 (Mn) and 16.9-26.8 (Zn) for fish species from coastal waters of Turkey (Mutlu et al., 2012), 1.31-20.5 (Cu), 76.7-308 (Fe), 0.46-2.11 (Mn) and 16.0-37.9 (Zn) for fish species from Akyatan Lagoon, Mediterranean (Türkmen et al., 2012). Studies have also indicated that fish are able to accumulate and retain heavy metals from their environment and that accumulation of metals in tissues of fish is dependent upon exposure concentration and duration as well as other factors such as salinity, temperature hardness and metabolism of the animals (Cusimano *et al.*, 1986; Heath, 1987; Allen, 1995; Karthikeyan *et al.*, 2007).

The results of the present study supply valuable information about metal contents in muscle and liver of *Trichiurus lepturus* from the coast of Karachi and indirectly indicate the environmental contamination of the environment. Moreover, these results can also be used to understand the chemical quality of fish and to evaluate the possible risk associated with their consumption. Statistically significant differences were observed in the mean metal values from different months their tissues ($p < 0.05$). According to Nauen (1983) the maximum permissible copper and zinc levels are 10-100 and 30-100 mg kg⁻¹ for fish respectively. Since the levels of copper and zinc both muscle and liver of the examined fishes in this study were lower than maximum permissible levels, it may be concluded that consumption of this species from the coast of Karachi is not a problem on human health.

REFERENCES

- Abdallah, M.A.M., Abdallah, A.M.A. 2008. Biomonitoring study of heavy metals in biota and sediments from the southern coast of the Mediterranean Sea, Egypt. *Environmental Monitoring and Assessment*, 146: 139-145.
- Allen, P. 1995. Chronic accumulation of cadmium in the edible tissues of *Oreochromis aureus* (Steindachner): Modification by mercury and lead. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 29: 8-14.
- Allen-Gill, S. M., Martynov V.G. 1995. Heavy metals burdens in nine species of freshwater and anadromous fish from the Pechora River, Northern Russia. *Sci. Total Environ.*, 160-161: 653-659.
- Chen, M.H., Chen, C.Y. 1999. Bioaccumulation of sediment-bound heavy metals in grey mullet, *Liza macrolepis*. *Mar. Pollut. Bull.* 39: 239-244.
- Cusimano, R.F., Brakke, D.F., Chapman, G.A. 1986. Effects of pH on the Toxicities of Cadmium, Copper and Zinc to Steelhead trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, 43: 1497-1503.
- Çoğun, H., Yüzereroğlu, T.A., Kargin, F., Firat., Ö. 2005. Seasonal Variation and Tissue Distribution of Heavy Metals in Shrimp and Fish Species from the Yumurtalik Coast of Iskenderun Gulf, Mediterranean. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 75: 707-715.
- Everall, N.C., MacFarlane, N.A.A., Sedgwick, R.W. 1989. The interactions of water hardness and pH with the acute toxicity of zinc to the brown trout, *Salmo trutta* L. *J. Fish. Biol.*, 35: 27-36.

- Forstner, U., Wittmann, G.T.W. 1983. Metal pollution in the aquatic environment. Berlin, Springer-Verlag., pp: 30-61.
- Heath, A.G. 1987. Water Pollution and Fish Physiology. CRC Press, Florida, USA.
- Hogstrand, C., Wilson, R.W., Polgar, D., Wood, C.M. 1994. Effects of zinc on the kinetics of branchial calcium uptake in freshwater rainbow trout during adaptation to waterborne zinc. *J. Exp. Biol.*, 186:55-73.
- Hovinga M.E., Sowers M., Humphrey H.E. 1993. Environmental exposure and lifestyle predictors of lead, cadmium and PCB and DDT levels in Great Lakes fish eaters. *Arch. Environ. Health*, 48: 98-104.
- Jerome and Williams,, 1979. Introduction to marine pollution control, John Wiley-Inter Science Publication. pp 1-50.
- Karthikeyan, S., Palaniappan, P.R., Sabhanayakam, S. 2007. Influence of pH and water hardness upon nickel accumulation in edible fish *Cirrhinus mrigala*. *J. Environ. Biol.*, 28, 484-492.
- Khare, S., Singh, S. 2002. Histopathological lessons induced by copper sulphate and lead nitrate in the gills of fresh water fish *Nandus*. *J. Ecotoxicol. Environ. Monit.*, 12: 105-111.
- Mutlu C., Türkmen A., Türkmen M., Tepe Y., Ateş A. 2012. Comparison of the heavy metal concentrations in Atlantic Horse Mackerel, *Trachurus trachurus*, from coastal waters of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 21: 304-307.
- NAS., 1976. Food and Nutrition Board. Zinc in human nutrition. In: *Introduction to Nutrition*, Fleck, H. (Ed). 3rd Edn. Macmillan, New York.
- Ozden O., Erkan N., Ulusoy S. 2010. Determination of mineral composition in three commercial fish species (*Solea solea*, *Mullus surmuletus*, and *Merlangius merlangus*). *Environmental Monitoring and Assessment* 170: 353-363.
- Prudente, M., Kim, E. Y., Tanabe, S., Tatsukawa, R. 1997. Metal levels in some commercial fish species from Manila Bay, Philippines. *Marine Pollution Bulletin*, 34: 671-674.
- Tepe Y, Türkmen M, Türkmen A. 2008. Assessment of heavy metals in two commercial fish species of four Turkish seas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 146: 277-284.
- Türkmen, M. Türkmen, A. Tepe, Y. Ateş, A. Gökkuş, K. 2008. Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: Twelve fish species. *Food Chemistry*, 108: 794-800.
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Töre, Y., Ateş, A. 200). Determination of Metals in Fish Species from Aegean and Mediterranean Seas. *Food Chemistry*, 113: 233-237.
- Türkmen A., Türkmen M., Tepe Y., Çekiç M. 2010. Metals in tissues of fish from Yelkoma Lagoon, northeastern Mediterranean. *Environmental Monitoring and Assessment*, 168: 223-230.
- Türkmen, A., Tepe, Y., Türkmen, M., Ateş, A. 2012. Investigation of Metals in Tissues of Fish Species from Akyatan Lagoon. *Fresenius Environmental Bulletin*, 21, (11c): 3562-3567.
- Uluozlu, O.D., Tuzen, M., Mendil, D., Soylak, M. 2007. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. *Food Chemistry*, 104: 835-840.
- Unlu, E., Akba, O., Sevim, S., Gumgum, B. 1996. Heavy metal levels in mullet, *Liza abu* (Heckel, 1843) (mugilidae) from the Tigris river, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 5: 107-112.

Ordu İli Kıyılarında Bulunan *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) Yengeç Türünün Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Faktörü Üzerine Bir Çalışma

Mehmet AYDIN¹, Uğur KARADURMUŞ¹, Cengiz MUTLU²

¹Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu, TÜRKİYE

²Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Giresun, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar: maydin69@hotmail.com

Geliş Tarihi: 07.11.2012

Kabul Tarihi: 22.02.2013

Özet

Araştırma, 2011 yılı içerisinde Ordu ili kıyısız alanlarında ticari olarak istavrit ve barbun avcılığı yapan balıkçıların uzatma ağlarında discard olarak yakalanan *Liocarcinus depurator* örneklemeinden oluşmaktadır. Yapılan bu çalışma ile *L. depurator* yengeç türünün bazı morfometrik özellikleri ve büyüme özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada toplam 244 adet *L. depurator* incelenmiş ve eşey oranı (E:D) 1:0.04 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada incelenen bireylerin ortalama karapaks uzunluğu ve karapaks genişliği sırasıyla dişilerde 21.6 mm ve 26.6 mm, erkeklerde 30.1 mm ve 37.7 mm olarak tespit edilmiştir. Bireylerin ortalama vücut ağırlığı dişilerde 5.2 g, erkeklerde 13.95 g olarak hesaplanmıştır. En güçlü ilişki karapaks genişliği ile ağırlık arasında dişî bireylerde, en zayıf ilişki karapaks uzunluğu ile karapaks genişliği arasında erkek bireylerde tespit edilmiştir. Karapaks uzunluğu baz alınarak hesaplanan ortalama kondisyon faktörü, dişilerde 0.0496 ± 0.0065 , erkeklerde 0.0499 ± 0.0057 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: *L. depurator*, Crustacea, Ordu, Yengeç

Preliminary study on Length-weight relationship and condition factor of *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) crabs species existing in the Ordu prefecture

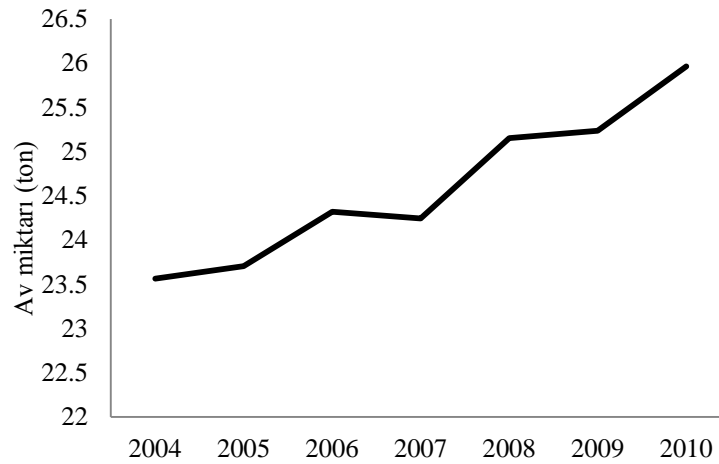
Abstract

The study was carried out during 2011 period by samplings of the *Liocarcinus depurator* based on discard sampling from the landing points of commercial boats that catching horse mackerel and red mullet. This study was carried out in order to determine various morphological and growth properties of *Liocarcinus depurator* in the region. The sex ratio (female/male) of 244 samples was calculated as 1:0.04. The average carapace length and width were determined as 21.6 mm and 26.6 mm for female, 30.1 mm and 37.7 mm for male respectively. The average weight of crabs was determined as 5.2 g for females and 13.95 g for males. The highest relationship was determined between carapace width and weight for females, the lowest relationship was determined between carapace length and width for males. According to carapace length, the average condition factor was calculated as 0.0496 ± 0.0065 for females, 0.0499 ± 0.0057 for males.

Keywords: *L. depurator*, Crustacea, Ordu, Crab

GİRİŞ

Dünya su ürünleri üretiminde crustacea sınıfı canlılar büyük öneme sahiptir (Kaya ve ark., 2009). Bu sınıfın başlıca temsilcilerinden karides, istakoz ve yengeç üretimi, gerek avcılık ve gerekse yetiştiricilik suretiyle giderek artmaktadır. FAO istatistiklerine göre 2004 yılında yengeçler dünya Crustacea üretiminin % 23.56'sını oluştururken, 2010 yılında %25.96'sını oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Dünya Crustacea üretiminde yengeçlerin yıllara göre dağılımı (Anonim, 2011)

Gerek boyutunun küçük olması ve gerekse yenilebilir et miktarının az olması nedeniyle ülkemizde insan gıdası olarak değerlendirilmeyen ancak denizel ekosistemde özellikle dip balıklarının beslenmesinde önemli yeri olan *Liocarcinus depurator* biyolojisi üzerine Karadeniz’de yapılmış bilimsel çalışmaya rastlanılmamakla birlikte, farklı ülkelerde biyolojileri, ekolojileri ve genetikleri üzerine çalışmalar mevcuttur (Lebour, 1928; Clark, 1984; Ingle, 1985, 1992; Mantovani ve ark., 1992; Freire, 1996; Passamonti ve ark., 1997; Abello ve Guerao, 1999; Muiño ve ark., 1999; Rufino ve ark., 2006; Mohamad, 2008; Aguzzi ve García, 2009).

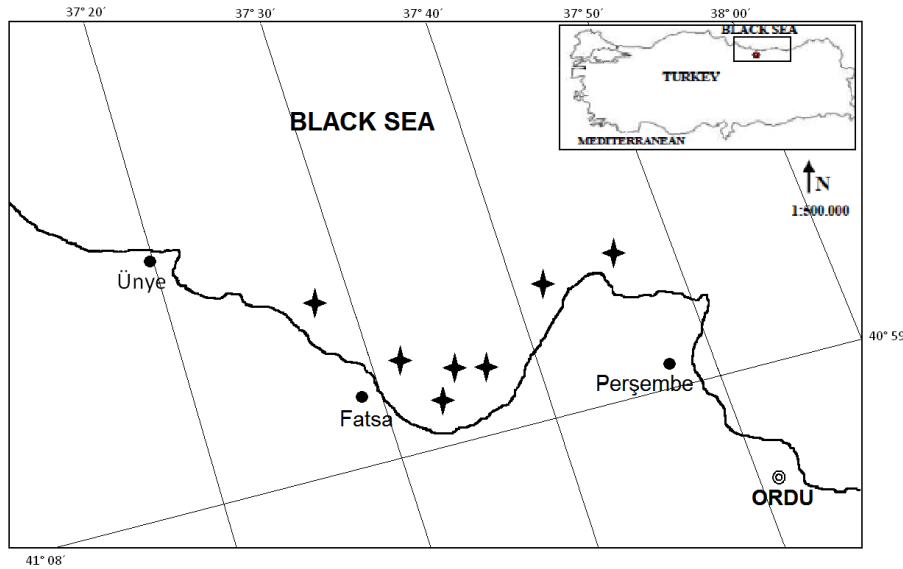
Genellikle “harbour crab” olarak bilinen *L. depurator*, Kuzey Denizi’nde, Atlantik Okyanusu’nda, Akdeniz’de ve Karadeniz’de bildirilmiştir (Ateş, 1999; Horton ve Lilley, 2008; Telnes, 2012). Farklı sedimentlerde gözlenen *L. depurator* yaygın olarak çamurlu ve kumluk bölgelerde görülebilmektedir (Minervini ve ark., 1982; Freire, 1996; Rufino ve ark., 2004a). Akdeniz’de yapılan bir çalışmada yoğunlukla 50-150 m derinliklerde bulunmakla birlikte 400 m derinliğe kadar yayılım alanının olduğu belirtilmiştir (Rufino, 2004).

Akdeniz’de beslenmeleri üzerine yapılan bir çalışmada, crustacea, mollusca, polychaete, ophiuroid ve balıkların ana besin kaynağını oluşturduklarını bildirmişlerdir (Freire, 1996). Bireylerin karapaks genişliği 50 mm, karapaks uzunlukları 40 mm ye ulaşabilir (Hill, 2008).

Yapılan bu çalışma ile *L. depurator* yengeç türünün bazı morfometrik özellikleri ve büyüme özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Ülkemiz sularında bu türün biyolojileri ile ilgili yapılmış ilk araştırma olması, çalışmanın önemini arttırmaktadır.

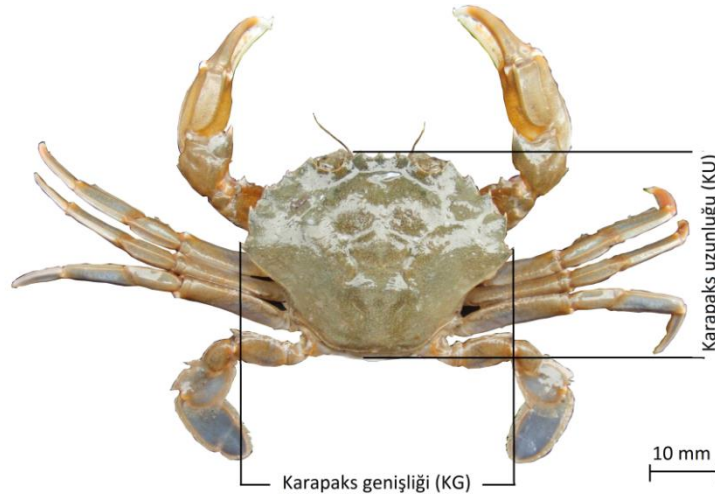
MATERYAL ve METOTLAR

Araştırma, 2011 yılı içerisinde Ordu ili kıyı ticari balıkçılığında discard tür olarak çıkan *L. depurator* yengeç türünün örneklemeyle yapılmıştır (Şekil 2). Bölgede ticari olarak istavrit ve barbun avcılığı yapan balıkçıların uzatma ağlarında iskarta olarak yakalanan yengeçler örneklenmiştir.



Şekil 2. Araştırma sahası

Örnekler biyometrik ölçümleri yapılmak üzere Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Araştırmaları Laboratuvarı’na getirilmiştir. Cinsiyet ayrımı, morfometrik özelliklerine bakılarak yapılmış ve ağırlıkları 0.01 g hassasiyetli terazi ile alınmıştır. Örnek bireylerde karapaks uzunluğu (KU), karapaks genişliği (KG) olmak üzere kumpas ile mm cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. *L. depurator* genel görünümü (Orjinal)

Büyüme özelliğini belirlemek için $W=aL^b$ Allometrik Büyüme Denklemi kullanılmıştır. Burada, W= vücut ağırlığı (g), L= boy (mm), a ve b= büyüme sabitleridir (Pauly, 1983). Denklemde balıklarda boy değeri olan L yerine, yengeçlerde karapaks uzunluğu (KU) ve karapaks genişliği (KG) kullanılmıştır. Beslenme kapasitesi ile beslenme düzeyi hakkında bilgi veren kondisyon faktörünün hesaplanmasında,

$$K = \frac{100 W}{L^3}$$

formülü kullanılmıştır (Ricker, 1975). Burada W vücut ağırlığı (g), L karapaks genişliğini (mm) ifade etmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS istatistik programı ve MS-EXCEL paket programında değerlendirilmiştir (Anonim, 1993).

BULGULAR

Ordu bölgesindeki kıyı balıkçılığında kullanılan uzatma ağlarından avlanan toplam 244 adet *L. depurator* birey değerlendirmeye alınmıştır. Bireylerin % 4.1'inin (10) dişi, % 95.9'unun (234) erkek olduğu gözlenmiştir (Şekil 4). Eşey oranı (E:D) 1:0.04 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada incelenen bireylerin ortalama karapaks uzunluğu ve karapaks genişliği sırasıyla dişilerde 21.6 mm ve 26.6 mm, erkeklerde 30.1 mm, 37.7 mm olarak tespit edilmiştir

(Çizelge 1). Dişi ve erkek bireyler arasında karapaks uzunluğu ve karapaks genişliğinin istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 1. Biyometrik ölçümlere ilişkin veriler (♀: Dişi, ♂: Erkek)

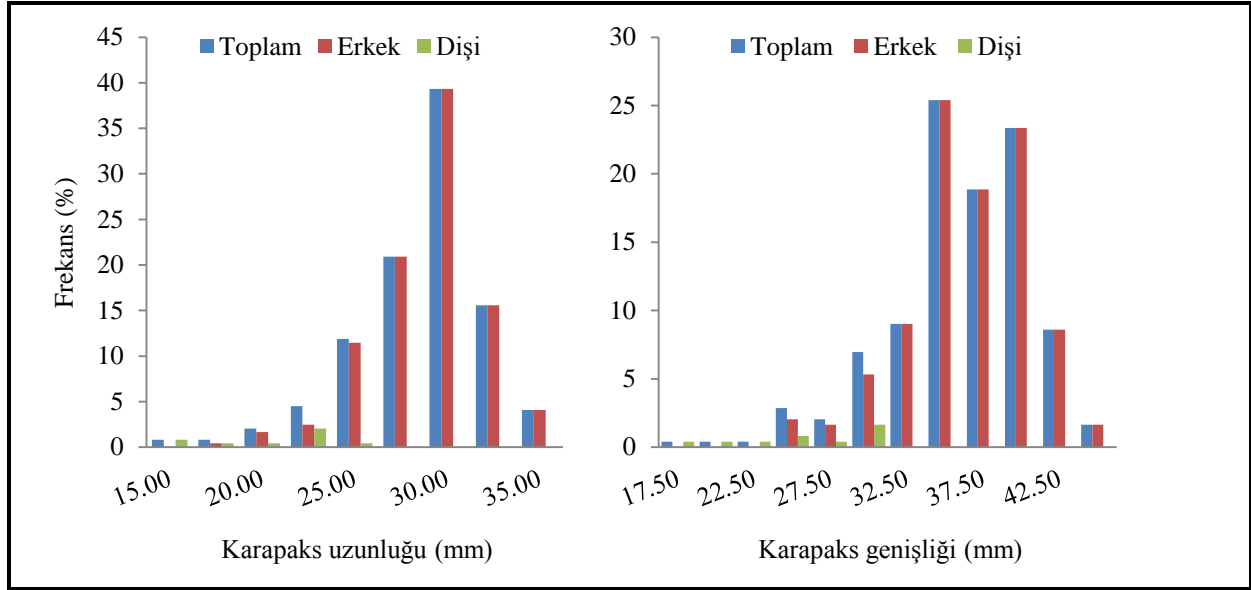
| | Karapaks uzunluğu (mm) | | | Karapaks genişliği (mm) | | |
|-----------------|------------------------|------|-------|-------------------------|------|-------|
| | ♀ | ♂ | ♀ + ♂ | ♀ | ♂ | ♀ + ♂ |
| Ortalama | 21.6 | 30.1 | 29.8 | 26.6 | 37.7 | 37.3 |
| S. Sapma | 3.69 | 3 | 3.46 | 4.17 | 3.95 | 4.52 |
| Minimum | 15 | 19 | 15 | 19 | 25 | 19 |
| Maksimum | 26 | 36 | 36 | 31 | 45 | 45 |

Karapaks uzunluğu 25-35 mm arasında olan bireyler tüm bireylerin % 87.7'sini, karapaks genişliği 35-45 mm arasında olan bireyler tüm bireylerin % 76.2'sini oluşturmaktadır. Bireylerin karapaks uzunluğu ve karapaks genişliğine ilişkin yüzde dağılımları Şekil 4'te verilmiştir.

Bireylerin ortalama vücut ağırlığı dişilerde 5.2 g, erkeklerde 13.95 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Maksimum vücut ağırlığı dişilerde 7.39 g, erkeklerde 24.51 g olarak tartılmıştır. Erkeklerin dişilere oranla daha fazla vücut ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

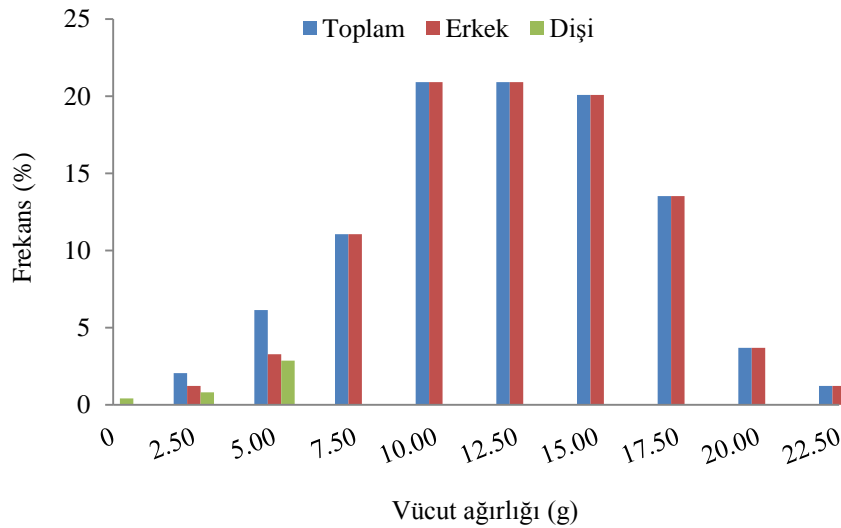
Çizelge 2. Vücut ağırlığına ilişkin veriler

| | Vücut ağırlığı (g) | | | |
|-------------|--------------------|----------|---------|----------|
| | Ortalama | S. Sapma | Minimum | Maksimum |
| ♀ (10) | 5.2 | 1.96 | 1.75 | 7.39 |
| ♂ (234) | 13.95 | 3.89 | 3.5 | 24.51 |
| ♀ + ♂ (244) | 13.59 | 4.2 | 1.75 | 24.51 |



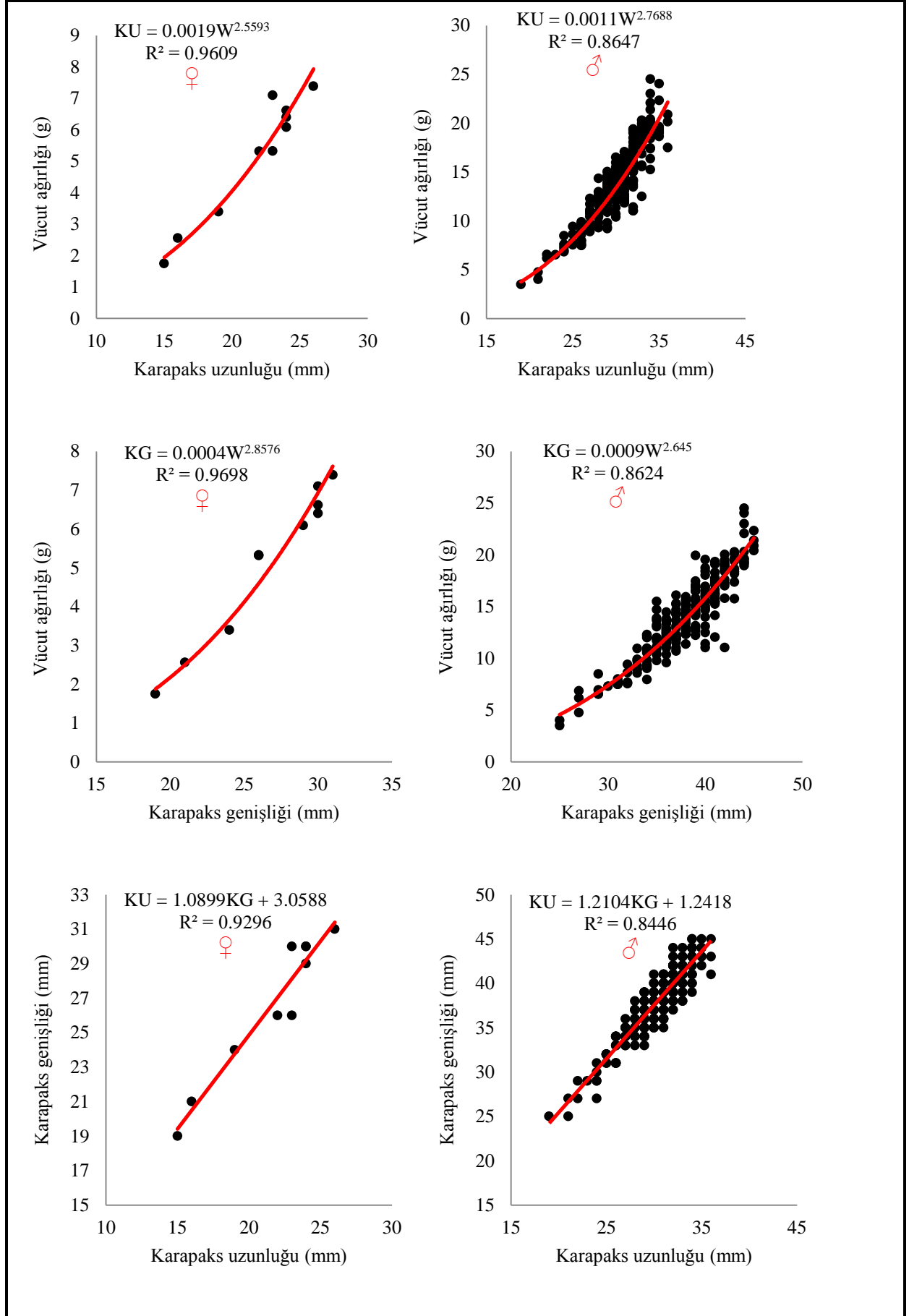
Şekil 4. *L. depurator* türünün frekans dağılımları

Bireylerin vücut ağırlıkları 1.75-24.51 g arasında değişim göstermiştir. Vücut ağırlığı 10-20 g arasında olan bireyler tüm bireylerin % 75.4'ünü oluşturmaktadır. Bireylerin vücut ağırlıklarına ilişkin yüzde dağılımları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Vücut ağırlığı dağılımları

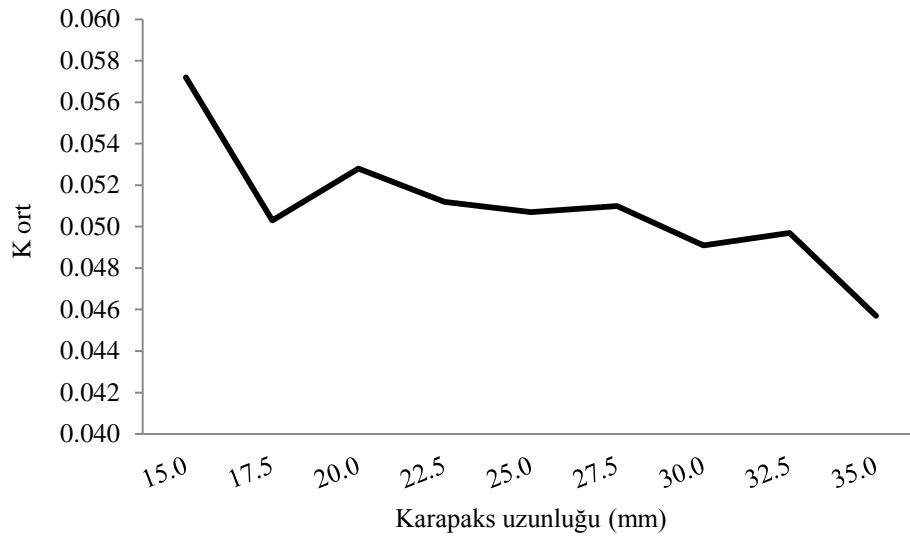
Avlanan 244 adet *L. depurator* bireyinde karapaks uzunluğu, karapaks genişliği ve ağırlıkları arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Karapaks uzunluğu ve karapaks genişliği ile ağırlık arasında üssel bir ilişki, karapaks uzunluğu ile karapaks genişliği arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Biyometrik ölçümler ve ağırlık arasındaki ilişkiler (♀: dişi, ♂: erkek)

En güçlü ilişki karapaks genişliği ile ağırlık arasında dişi bireylerde ($r^2= 0.9698$), en zayıf ilişki karapaks uzunluğu ile karapaks genişliği arasında erkek bireylerde ($r^2= 0.8446$) tespit edilmiştir.

Karapaks uzunluklarından yararlanılarak hesaplanan ortalama kondisyon faktörü, dişilerde 0.0496 ± 0.0065 , erkeklerde 0.0499 ± 0.0057 olarak hesaplanmıştır. Boy sınıfına göre değişen kondisyon faktörüne ilişkin değerler Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Kondisyon faktörü

TARTIŞMA ve SONUÇ

Abello (1989) Akdeniz’de yaptığı çalışmada 2329 birey incelemiş ve cinsiyet oranını 1:1.23 olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada incelenen bireylerde eşey oranı (E:D) 1:0.04 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki cinsiyet oranı arasındaki büyük farkın birey sayılarındaki farklılıktan ve örnekleme yönteminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ortalama karapaks genişliği dişilerde 26.6 mm, erkeklerde 37.7 mm olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Rufino ve ark., (2004b) Batı Akdeniz’de yapmış oldukları çalışmada, 120 adet bireyde ortalama karapaks genişliğini 39.4 mm olarak vermişlerdir. Ortalama karapaks genişlikleri arasındaki boy farkının bölge farklılıkları ve çevresel farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genellikle daha sıcak sularda yaşayan aynı türler arasında, sıcak sularda yaşayanlar, soğuk sularda yaşayanlara oranla daha büyük olduğu bilinmektedir.

Yapılan bu çalışmada, dişi ve erkek *L. depurator* bireyleri arasında büyümenin farklı olduğu, erkeklerin dişilere göre daha fazla büyüme oranına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, Ria de Arousa'da dişilerin üreme karapaks genişliğini 30-34 mm (Muino ve ark., 1999), Akdeniz'de yapılan çalışmada ise 23-25 mm (Abello, 1989) ve 24 mm (Mori ve Zunino 1987) olarak tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada tüm dişilerin ortalama karapaks genişliğinin 26.6 mm olması, popülasyonun yetişkin bireylerden oluştuğunu göstermektedir.

Besin olarak tüketmediğimiz bu yengeç türünün bentik ekosistemde önemli bir yeri vardır. Abello (1989), yapmış olduğu çalışmada karapaks uzunluğu 30-34 mm dişi bireylerin ortalama 220 000 - 240 000 adet yumurta taşıdıklarını belirtmiştir. Yapılan çalışmalar *L. depurator* yengeç türünün, ticari veya ticari olmayan bir çok canlının besin kaynağı olduğunu belirtmişlerdir (Hall ve ark., 1990; Olaso, 1990). Bir bireyin bentik ekosisteme 220 bin den daha fazla larva bıraktığı ve bu larvalarla bir çok deniz canlısının beslendiği göz önüne alındığında, bu yengeç türünün bentik ekosistemdeki önemi daha çok anlaşılmaktadır. Dolayısıyla ticari değeri olan canlıların yanı sıra, ticari değeri olmayan bu tür canlıların biyolojileri ve ekosistemdeki yerlerinin araştırılması, sürdürülebilir balıkçılık açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Abello' P., Guerao G. 1999. Temporal variability in the vertical and mesoscale spatial distribution of crab megalopae (Crustacea: Decapoda) in the North Western Mediterranean. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49:129-139.
- Abello' P. 1989. Reproduction and moulting in *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura: Portunidae) in the North Western Mediterranean Sea. *Scientia Marina* 53:127-134.
- Aguzzi J., ve García J. A. 2009. Ontogenetic and gender-modulated behavioural rhythms in the deep-water decapods *Liocarcinus depurator* (Brachyura: Portunidae), *Munida tenuimana* and *Munida intermedia* (Anomura: Galatheidae). *Marine Ecology*, 30(1): 93-105.
- Anonim 1993. SPSS for Windows Advanced Statistics Release 6.0. 578pp.
- Anonim 2011. Yearbook of Fishery Statistics Catch and Landing 2010. FAO, Rome.
- Ateş S. 1999. *Liocarcinus depurator* and *Brachynotus sexdentatus*: two new records for the Turkish Black Sea fauna. *Turkish Journal of Zoology*. 23: 115-118.
- Clark P.F. 1984. A comparative study of zoeal morphology in the genus *Liocarcinus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae). *Zoological Journal of the Linnean Society London*, 82:273-290.
- Freire J. 1996. Feeding ecology of *Liocarcinus depurator* (Decapoda: Portunidae) in the Ria de Arousa (Galicia, north-west Spain): effects of habitat, season and life history. *Marine Biology*, 126(2): 297-311.
- Hall S.J, Raffaelli D ve Turrell W.R. 1990. 'Predator caging experiments in marine systems: a reexamination of their value', *American Naturalist*. 136: 656-672.
- Hill M. 2008. *Liocarcinus depurator*. Harbour crab. Marine Life Information Network.
- Horton A., Lilley J. 2008. Crabs of the seashore of the British Isles. British Marine Life Study Society.

- Ingle R. W. 1985. Larval development of the Red Swimming Crab, *Bathynectes longipes* (Risso, 1816) (Crustacea: Decapoda: Portunidae). Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology) 49:239–255.
- Ingle R. W. 1992. Larval stages of Northeastern Atlantic crabs, an illustrated key. London: Chapman and Hall, Natural History Museum Publications. 363 p.
- Kaya Y., Turan H., Erdem M. 2009. Determination of nutritional quality of warty crab (*Eriphia verrucosa* Forsskal, 1775). Journal of Animal and Veterinary Advances, 8: 120-124.
- Lebour M. V. 1928. The larval stages of the Plymouth Brachyura. Proceedings of the Zoological Society of London. 1928:473–560.
- Mantovani B., Scali V., Froglija C. 1992. Allozymic characterization and phyletic relationships among four species of the genus *Liocarcinus* Stimpson, 1871 (Crustacea Decapoda). Zoologischer Anzeiger 229:237-247.
- Minervini R., Giannotta N., Falciai L. 1982. A preliminary report on the decapod crustaceans in the estuarine area of the Tiber. Quaderni del Laboratorio di Tecnologia della Pesca 3:305–318.
- Mohamad F. 2008. Uptake of manganese into the exoskeleton of the swimming crab *Liocarcinus depurator* (L.) in relation to biomonitoring and biosorption (Doctoral dissertation, University of Glasgow).
- Mori M ve Zunino P. 1987. Aspects of the biology of *Liocarcinus depurator* (L.) in the Ligurian sea. Investigacion Pesquera Barcelona. 51: Supplement, (1) 135-145.
- Muiño R., Fernández L., González-Gurriarán E., Freire J., ve Vilar J. A. 1999. Size at maturity of *Liocarcinus depurator* (Brachyura: Portunidae): a reproductive and morphometric study. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 79(02): 295-303.
- Olaso I. 1990. 'Distribución y abundancia del megabentos invertebrado en fondos de la plataforma Cantábrica.'. Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía. 5: 128.
- Passamonti M., Mantovani B., Scali V., Froglija C. 1997. Genetic differentiation of European species of *Liocarcinus* (Crustacea: Portunidae): a gene-enzyme study. Zoologischer Anzeiger 235:157–164.
- Pauly D. 1983. Length-Converted Catch Curves, A Powerful Tool for Fisheries Research in the Tropics (Part I). ICLARM Fishbyte, 1: 9-13.
- Ricker W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 191: 2-6.
- Rufino M.M. 2004. Distribution of *Liocarcinus depurator* along the western Mediterranean Coast. PhD thesis, the University of Wales, Bangor.
- Rufino M., Abelló P., ve Yule A.B. 2004a. The effect of alcohol and freezing preservation on carapace size and shape in *Liocarcinus depurator* (Crustacea, Brachyura). In Morphometrics, Springer Berlin Heidelberg. 45-53.
- Rufino M, Maynou F, Abello' P, Yule AB. 2004b. Small-scale non-linear geostatistical analysis of *Liocarcinus depurator* (Crustacea: Brachyura) abundance and size structure in a western Mediterranean population. Marine Ecology Progress Series 276:223–235.
- Rufino M., Abello' P., Yule A. B. 2006. Geographic and gender shape differences in the carapace of *Liocarcinus depurator* (Brachyura: Portunidae) using geometric morphometrics and the influence of a digitizing method. Journal of Zoology, London 269:458–465.
- Telnes K. 2012. Harbour crab *Liocarcinus depurator*. The marine fauna gallery of Norway.

KARADENİZ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELERİ VE YAZIM KURALLARI

A. YAYIN İLKELERİ

I. Amacı ve Kapsamı

Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından 6 ayda bir yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergi, Fen Bilimleri sahasında ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan bilimsel çalışmaları bilim adamlarına, uzmanlara ve kamuoyuna duyurmayı amaçlar.

Dergide yayınlanacak yazılar Fizik, Kimya, Biyoloji, Matematik ve Su Ürünleri bilim dallarına ait konuları kapsar. Derginin ana yazı dili Türkçe olmakla birlikte, İngilizce olarak yazılan yazılar da Türkçe özet içermesi kaydıyla yayınlanabilir.

II. Yayın Türü

Dergide aşağıda belirtilen özellikleri taşıyan yazılar yayınlanabilir:

1. Araştırma Makalesi: Özgün çalışmaları tanıtan ve sonuçlarını sunan bilimsel formatta yazılmış makale.
2. Derleme: Belli bir konuda yakın zamana kadar yapılmış bilimsel çalışmaların kapsamlı derlemesi.
3. Editöre Mektup: Karadeniz Fen Bilimleri Dergisinde yayınlanmış yazılar ile ilgili yorum, eleştiri ve düzeltmeler.

III. Yayın Değerlendirmesi

Ön değerlendirmeye tabi tutulan yazılar şekil ve içerik bakımından incelenmek üzere isimsiz olarak en az iki hakeme gönderilir. Hakemler tarafından düzeltme istenilen yazılar gerekli değişiklikler için yazarına geri gönderilir. Düzeltilmiş metni belirtilen süre içinde dergiye ulaştırmak yazarın sorumluluğundadır. Düzeltilmiş metin, gerekli olduğu hallerde değişiklikleri isteyen hakemlerce tekrar incelenir.

IV. Telif Hakkı

Yayınlanması için dergiye gönderilen yazılar iade edilmez. Dergide yayınlanan yazıların telif hakkı dergiye aittir. Yazarlara iki adet dergi ücretsiz verilir, ayrıca telif ücreti ödenmez.

V. Sorumluluk

Yazar/yazarlar aşağıda belirtilen hususlardan sorumludur.

1. Gönderilen yazılar daha önce herhangi bir yerde yayınlanmamış olmalı veya başka bir derginin inceleme sürecinde bulunmamalıdır. Bir araştırma kurumu ya da fonu tarafından desteklenen çalışmalarda desteği sağlayan kuruluşun adı ve proje numarası verilmelidir.
2. Dergide yayınlanan yazıların bilimsel içerik, dil ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Canlılarla ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda gerekli görüldüğünde yazarlardan etik kurul raporu istenebilir.
3. Dergide yayınlanmak üzere gönderilen yazılar, yayın etiğine uygun olmalıdır.

B. YAZIM KURALLARI

Yazılar, PC uyumlu Microsoft Office Word 2003 veya sonrası sürümler ile yazılmış olmalıdır. Ana metin, A4 kağıt boyutuna 3 cm kenar boşlukları ile, 12 punto yazı büyüklüğünde Times New Roman yazı tipi ile, 2 satır aralığı ve her iki yana yaslı şekilde yazılmalıdır. Kısaltmalar ilk kullanıldıkları yerde belirtilmelidir ve metnin geri kalan kısmında kısaltma şekliyle kullanılmalıdır. *In vitro*, *in vivo*, *in situ* gibi Latince terimler metin içinde italik yazılmalıdır. Derece sembolü (°) sembol listesinden seçilerek metne eklenmeli “o” veya “0” derece sembolü olarak kullanılmamalıdır. Matematiksel semboller ve rakamlar kullanıldığında arada boşluk bırakılmalıdır (5 kg veya 3 ± 0.3). Yayın, her kısım yeni bir sayfadan başlayacak şekilde düzenlenip aşağıda belirtilen sıraya göre sunulmalıdır.

I. Başlık ve Yazar Bilgileri

14 punto yazı büyüklüğünde, kelimelerin ilk harfi büyük, koyu ve ortalanmış biçimde yazılmalı ve konu hakkında bilgi verici olmalıdır.

Başlık yazıldıktan sonra, 2 satır aralıklı bir boşluk bırakarak yazar isimleri yazılmalıdır. Yazar isimleri yazılırken herhangi bir akademik ünvan belirtilmemelidir. Yazar isimlerinin altına, 2 satır aralıklı bir boşluk bırakılarak yazar adresleri yazılmalıdır. Sorumlu yazar (Corresponding author) belirtilmeli ve tüm iletişim bilgileri (posta adresi, e-mail, fax ve telefon numarası) eklenmelidir.

II. Özet

Yayın Türkçe ve İngilizce olmak üzere her iki dilde özet içermelidir. Türkçe özetler “Özet”, İngilizce özetler “Abstract” başlığı altında ayrı sayfalarda verilmez. Özetlerin uzunluğu 250 sözcüğü geçmemelidir. Türkçe ve İngilizce anahtar sözcükler “Anahtar Sözcükler” ve Key Words” başlığı altında belirtilmeli ve en az 3 en çok 6 kelime içermelidir. Anahtar Sözcükler ve Key Words kısmı ilgili özet sayfasında yer almalıdır.

III. Bölüm Başlıkları

Yayının ana metni Giriş, Materyal ve Metotlar, Sonuçlar ve Tartışma bölümlerini içermelidir. Her bir kısım yeni bir sayfadan başlayarak yazılmalıdır. Sonuçlar ve Tartışma bölümleri beraberce yazılabilir. Bölüm başlıkları kelimenin ilk harfi büyük ve koyu yazılmalıdır. Bölüm başlıklarıyla metin arasında 2 satır aralıklı bir boşluk bulunmalıdır. Bölümler kendi içinde alt başlıklar içeriyorsa, alt başlıklar italik yazılmalı, üstten ve alttan metin ile 2 satır aralıklı bir boşluk bulunmalıdır.

IV. Kaynaklar:

Metin içinde kaynak olarak gösterildiğinde yazarların soy isimleri ve kaynağın basım yılı parantez içinde verilmelidir.

Örnek:

Yazar tek kişi ise (Yılmaz, 2002), yazarlar iki kişi ise (Yılmaz ve Demirbağ, 2005), yazarların sayısı üçten fazla ise (Yılmaz ve ark., 2007). Eğer birden fazla kaynak varsa kaynaklar “;” işareti ile ayrılır ve tarih sırasına göre eskiden yeniyedöğru verilir.

Örnek:

(Yılmaz, 2002; Yılmaz ve Demirbağ, 2005; Mutlu ve ark., 2007)

Aynı yılda yayınlanmış birden fazla kaynak gösterilecekse, yazarların soy isimlerine bakılarak alfabetik sıra ile kaynaklar verilir.

Örnek:

(Çavuşoğlu ve ark., 2005; Yılmaz ve Demirbağ, 2005)

Kaynak olarak yazar(lar)ın aynı yıl içinde yaptığı çalışmalar gösterilecekse yayın yıllarının sonuna “a” ve “b” eklenerek gösterilir.

Örnek:

(Yılmaz, 2007a, 2007b)

Sadece basılmış veya basılmaya kabul edilmiş çalışmalar kaynak olarak gösterilmelidir. Kaynaklar listesi, metnin sonunda yeni bir sayfadan başlayarak “Kaynaklar” başlığı altında alfabetik sıraya göre numaralandırılmadan verilmelidir. Kaynaklar listesinde aşağıda verilen örneklere göre hazırlanmalıdır.

Kitap:

Oğurlu, İ. 2000. *Biyolojik Mücadele*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, No:8, 440 pp., Isparta.

Kitap Bölümleri:

Boemare, N. 2002. Biology, Taxonomy and Systematics of *Photorhabdus* and *Xenorhabdus*. In: *Entomopathogenic Nematology* (Gaugler, R., Ed.), pp. 35-56, CABI Publishing, MA, USA.

Makale:

İnce, İ. A., Kati, H., Yılmaz, H., Demir, İ. ve Demirbağ, Z. 2008. Isolation and identification of bacteria from *Thaumetopoea pityocampa* Den. and Schiff. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) and determination of their biocontrol potential. *World Journal Microbiology and Biotechnology* 24: 3005-3015.

Kongre, Sempozyum veya Toplantı Kitapçıklarında Basılmış Bildiriler:

Yılmaz, H., Waeyenberge, L., Demir, İ., Demirbağ, Z. ve Moens, M. 2008. Distribution of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) from the Eastern Black Sea Region of Turkey. 60th International Symposium on Crop Protection, pp. 199, 20 May 2008, Ghent- Belgium.

Tez:

Yılmaz, H. 2004. *Dendroctonus micans*'ın Bakteriyal Florası ve Mikrobiyal Mücadele Ajanlarının Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, pp. 107, Trabzon.

V. Tablolar:

Her bir tablo “Kaynaklar” kısmından sonra ayrı bir sayfadan başlayarak numaralandırılarak verilmeli ve 2 satır aralığı kullanılarak hazırlanmalıdır. Tablolar metinde anlatılanları tekrarlamayan özet bilgiler içermeli ve kolayca anlaşılabilir olmalıdır. Tablo başlıkları tabloların üstüne yazılmalı ve tablo ile 2 satır aralıklı bir boşluk ile ayrılmalıdır.

VI. Şekiller:

Her bir şekil “Kaynaklar” kısmından sonra ayrı bir sayfadan başlayarak numaralandırılarak verilmelidir. Şekil yazısı şeklin altına şekille 2 satır aralıklı bir boşluk bulunacak şekilde yazılmalıdır. Şeklin adı belirtildikten sonra, eğer şekil bir başka kaynaktan alınmış ise, alıntı

yapılan kaynağa gönderme yapılır. Çizim ve fotoğraflarda siyah-beyaz kontrast iyi bir Şekilde ayarlanmalıdır. Fotoğraflar tiff veya jpeg formatında sunulmalıdır.

Çalışmanın Dergiye Sunumu:

Makalenin 3 takım çıktısı ile CD'ye kaydedilmiş bir kopyası:

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü 28000 / Giresun

adresine gönderilecektir. Ayrıca yazının bir kopyası kfd@giresun.edu.tr e-posta adresine ekli dosya olarak gönderilecektir.

