



ISSN 2564-7377 (Online)



**GİRESUN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Giresun University Institute of Natural Sciences**

**The Black Sea Journal of Sciences**

**KARADENİZ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ  
KARADENİZ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ**

**Cilt 8 Sayı 1**

**2018**

**Volume 8 Issue 1**



**K F B D**

<http://www.dergipark.gov.tr/kfbd>



Cilt 8 Sayı 1  
Volume 8 Issue 1 2018

ISSN 2564-7377 (Online)



**KARADENİZ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ**  
**THE BLACK SEA JOURNAL OF SCIENCES**

**Giresun Üniversitesi**  
**Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Giresun University**  
**Institute of Natural Sciences**

**Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi**  
**The Black Sea Journal of Sciences**

Cilt 8, Sayı 1, Yıl 2018  
Volume 8, Number 1, Year 2018

**ISSN: 2564-7377 (Online)**

## **Dergi Hakkında**

Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yayınlanan bir dergidir. Karadeniz Fen Bilimleri dergisi 2010 yılından itibaren yılda iki kez yayımlanan hakemli ve akademik bir dergidir. Dergimizde mühendislik ve temel bilimler alanlarındaki bilimsel makaleler yayımlanır. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi Haziran ve Aralık aylarında olmak üzere yılda iki kez (15 Haziran - 15 Aralık ) yayımlanan hakemli akademik bir dergidir. Gönderilecek eserlerde; alanında bir boşluğu dolduracak özgün bir araştırma makalesi olması şartı aranır. Dergimizde hakemlerin ve yazarların birbirlerine karşı kimliklerinin gizli tutulduğu çift taraflı kör hakem sistemi kullanılır. Yayın Kurulu, dergiye gönderilen eserlerin öncelikle yayın ilkeleri ile dergi kapsamı, bilimsel içerik ve şekil açısından inceler. Ön incelemeden geçen eserler değerlendirilmesi amacıyla en az 2 hakeme gönderilir. Eserin dergiye kabul edilebilmesi için 2 hakemden de olumlu değerlendirme alması gerekir. Gerektiği durumlarda 3. hakemden de değerlendirme sürecine katkı sağlaması istenebilir. Son karar editöre aittir. Yayınlanmak üzere gönderilen makaleler ayrıca intihal tespitinde kullanılan özel bir program aracılığıyla makalelerin daha önce yayımlanmamış olduğu ve intihal içermediği teyit edilir. Kabul edilen eserin yayınlanma süreci, eserin alındığı tarihten itibaren 2-6 ay sürmektedir. Dergiye makale gönderimi ücretsizdir. Yayına kabul edilen makaleden de hiç bir ücret talep edilmez. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi açık erişim politikasını benimsemiş bir dergidir.

## **About The Journal**

The Black Sea Journal of Sciences is a journal published by Giresun University's Institute of Science and Technology. The Black Sea Journal of Sciences peer-reviewed academic journal that has been biannually published since 2010. Our journal publish papers within engineering and the basic sciences. The Black Sea Journal of Sciences is a peer-reviewed academic journal that is published biannually in June and December (June 15, December 15). Prospective papers are expected to fill a gap in their respective field through innovative research. Our journal employs a bilateral blind review system in which the personal identities of the reviewers and authors are kept confidentially from one another, and whereby the parties involved are expected not to reveal themselves. The publishing team first examines (the) prospective papers in accordance with the criteria of the journal's scope, as well as for scientific content and format. After the pre-review step, the papers are forwarded to at least two reviewers for evaluation. In order for a paper to be accepted, it must receive positive evaluations from both reviewers. Papers can be requested to be reviewed again if needed and evaluation of a third reviewer should necessity warrant it. The final decision is made by the editor. Papers that are to be submitted for publishing are first controlled using special detection software in order to verify that they have not been previously published elsewhere, as well as to ensure that they do not include any plagiarized content. Publishing takes between 2 to 6 months from the acceptance date. The publishing or evaluation of manuscripts are free of charge. The Black Sea Journal of Sciences has an open access policy.

### **Sahibi / Owner**

Prof. Dr. Cevdet COŞKUN  
Giresun Üniversitesi Adına (Rektör)

### **Baş Editör / Editor in Chief**

Doç. Dr. Bahadır KOZ  
Giresun Üniversitesi (Enstitü Müdürü)

### **Editörler / Editors**

Dr. Öğr. Üyesi Tamer AKKAN  
Giresun Üniversitesi (Enstitü Müdür Yardımcısı)  
Dr. Öğr. Üyesi Selin KALKAN  
Giresun Üniversitesi (Enstitü Müdür Yardımcısı)  
Öğr. Gör. Dr. Kenan YANMAZ  
Giresun Üniversitesi

### **Editör Kurulu / Editorial Board**

Prof. Dr. Alp Yalçın TEPE  
Prof. Dr. Birol ERTUĞRAL  
Prof. Dr. Birsen Şengül OKSAL  
Doç. Dr. Elif Neyran SOYLU  
Doç. Dr. Saim TOPÇU  
Doç. Dr. Hasan Hüseyin AKSU  
Doç. Dr. Hakan ADATEPE  
Doç. Dr. İmdat İŞCAN  
Dr. Öğr. Üyesi Murat YOLCU  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Recep KAÇAL  
Dr. Öğr. Üyesi Şerif Ali DEĞİRMENÇAY

### **Danışma Kurulu / Advisory Board**

Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN (Giresun Üniversitesi)  
Prof. Dr. Baki HAZER (Bülent Ecevit Üniversitesi)  
Prof. Dr. Telhat ÖZDOĞAN (Amasya Üniversitesi)  
Prof. Dr. Hümeysra BATI (Ondokuzmayıs Üniversitesi)  
Prof. Dr. Metin H. ACAR (İstanbul Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Zekiye SULUDERE (Gazi Üniversitesi)  
Prof. Dr. Zeki AYTAÇ (Gazi Üniversitesi)  
Prof. Dr. İsmail Hakkı ALTAŞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Yusuf AYVAZ (Yıldız Teknik Üniversitesi)  
Prof. Dr. Dursun SARAYDIN (Cumhuriyet Üniversitesi)  
Prof. Dr. Emin KASAP (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)  
Prof. Dr. Murat TAŞ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)  
Prof. Dr. Okan Zafer YEŞİLEL (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)  
Prof. Dr. Mithat KAYA (Marmara Üniversitesi)  
Prof. Dr. Mustafa KURT (Ahi Evran Üniversitesi)  
Prof. Dr. Nazmi POLAT (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)  
Prof. Dr. Nezihe ÇALIŞKAN (Gazi Üniversitesi)  
Prof. Dr. Veysel Turan YILMAZ (Uludağ Üniversitesi)  
Doç. Dr. Halil İbrahim OKUMUŞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

### **Yazışma Adresi / Correspondence Address**

Giresun Üniversitesi  
Fen Bilimlerle Enstitüsü  
Güre Yerleşkesi 28200 / Giresun  
Tel: 0 (454) 310 10 87  
E-mail: [kfbd@giresun.edu.tr](mailto:kfbd@giresun.edu.tr)  
Web: <http://dergipark.gov.tr/kfbd>

### **Yazı İşleri Müdürü / Editorial Manager**

Öğr. Gör. Dr. Kenan YANMAZ

Bu dergi, aşağıda listelenen veri tabanları tarafından taranmaktadır / This journal is indexed by the following abstracting and indexing databases.

BASE, idealonline, Google Scholar, Index Copernicus, InfoBase Index, ResearchBib, SIS (Scientific Indexing Services), Akademik Dizin, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Directory of Open Access Journals (DOAJ) .

## İçindekiler/Contents

### Makaleler/Articles

### Sayfa/Page

- The First Record of Two Moths (Lepidoptera) in Hatay Province of Turkey and External and Genital Morphology of The Species**  
Hatay'da İki Güvenin İlk Kaydı ve Türlerin Dış ve Genital Morfolojisi  
Erol ATAY, Yusuf HÜSEYİNOĞLU, Frantisek SLAMKA, Mahmut TATLI 1-11
- Yeşil kompozitlerde Biyopolimerlerin Kullanımının Önemi**  
In The Green Composite Importance of the Use of Biopolymers  
Benek HAMAMCI 12-24
- Marmara Gölü (Manisa) ve Homa Lagünü (İzmir)'nden Yakalanan Gümüş Balığı (Atherina boyeri Risso, 1810)'nın Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyonu**  
Length-Weight Relationship and Condition of Big-Scale Sand Smelt (Atherina Boyeri Risso, 1810) from Marmara Lake (Manisa) and Homa Lagoon (İzmir)  
Ali İLHAN, Dilek İLHAN 25-34
- Yaşlıların Mekân ve Mobilya Kullanımında Karşılaştıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri Analizi**  
An Analysis of Problems and Solutions in Interiors and Furniture use for the Elderly  
Ahmet Mustafa ÖZTÜRK, Hamza ÇINAR, Erhan İŞLER 35-46
- Numerical Investigation of Different Airfoils at Low Reynolds Number in terms of Aerodynamic Performance of Sailplanes by using XFLR5**  
Farklı Kanat Profillerinin Düşük Reynolds Sayısında Planör Aerodinamik Performansı Açısından XFLR5 Kullanılarak Nümerik Olarak İncelenmesi  
İbrahim Halil GÜZELBEY, Yüksel ERASLAN, Mehmet Hanifi DOĞRU 47-65
- Hidrojen Enerji Sistemleri için Artıran Tip Kıyıcı Yapımı**  
Boost Chopper Making for Hydrogen Energy Systems  
Onur Özdal MENGİ, Büşra YİĞİTDOĞAN, Kenan YANMAZ 66-76
- Hatay'da Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Zeytin Yapraklarının Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi**  
Determination of Antioxidant Properties of Olive Leaves Grown in Different Regions in Hatay  
Hatice DANAHALİLOĞLU, Yener TEKELİ, Sezer GÖYCİNCİK, Figen YILDIRIM 77-86
- Giresun'un Balıkçılık Faaliyetlerinin Ekonomik Analizi**  
Economic Analysis of Giresun's Fishing Operation  
Cengiz MUTLU, Cengaver Murad UNCUMUSAOĞLU, Bülent VEREP 87-97
- Şeker İkamesi Olarak Stevia Ekraktı Kullanımının Keklerin Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi**  
The Effect of Using Stevia Extract as Sugar Replacer on Some Physical and Sensory Properties of Cakes  
Recep PALAMUTOĞLU, Cemal KASNAK, Beyza MORAL 98-108
- Taflan (Prunus laurocerasus L) Yaprığı ve Çekirdeğinin Ferrotiyosiyanat Metoduyla Total Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi**  
Determination of Total Antioxidant Capacities by Ferrous Thiocyanate Method in Leaf And Seed of Cherry Laurel (Prunus laurocerasus L)  
Ayşegül ÇEBİ 109-114
- Mathematica ile Matris Cebiri**  
Matrix Algebra in Mathematica  
Halil MUTUK 115-130
- Papatyadan (Matricaria chamomilla L.) Lipaz Enziminin Saflaştırılması ve Çeşitli Taşıyıcılara İmmobilize Edilmesi**  
Lipase Enzymes Purification from the Chamomile (Matricaria chamomilla L.) and Its Immobilization on Various Supports  
Bahar BİLGİN SÖKMEN, Burçak SARI, Tuğba AZAP 131-143

**Meyve Kabuklarının Gıdalar için Antimikrobiyal Madde ve Yenilebilir Film olarak Etkinliklerinin Belirlenmesi**

Determination of the Efficiencies of Fruit Peels as Antimicrobial Agent and Edible Film for Foods

**Berna KILINÇ, Hüsnüye Tansel YALÇIN, Göknur SÜRENGİL**

**144-157**

**The First Record for *Tebenna micalis* (Lepidoptera, Choreutidae) in Çanakkale Province of Turkey and External and Genital Morphology of The Species**

Türkiye Çanakkale İlinde *Tebenna micalis* (Lepidoptera, Choreutidae)'in İlk Kaydı ve Türün Dış ve Genital Morfolojisi

**Levent EFİL, Erol ATAY, Figen EFİL**

**158-164**

## The First Record of Two Moths (Lepidoptera) in Hatay Province of Turkey and External and Genital Morphology of the Species

Erol ATAY<sup>1</sup>, Yusuf HÜSEYİNOĞLU<sup>2</sup>, Frantisek SLAMKA<sup>3</sup>, Mahmut TATLI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Mustafa Kemal University, Hatay, TURKEY

<sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Mersin University, Mersin, TURKEY

<sup>3</sup>Racienska 61 Sk-83102, Bratislava, SLOVAKIA

<sup>4</sup>Institute of Science, Mustafa Kemal University, Hatay, TURKEY

Received: 18.05.2018

Accepted: 22.05.2018

\*Corresponding Author: eatay@mku.edu.tr

### Abstract

This study was conducted in field and laboratory. *Nemophora fascielle* (Fabricius, 1775) (Adelidae) and *Endothenia sororiana* (Herrich-Schaffer, 1851) (Tortricidae) were caught with insect net, mercury vapour light trap and white screen, at different altitudes, with various vegetation in Hatay. In the field studies, *N. fascielle* totally 3 male and 2 female, and *E. sororiana* totally 5 male and 1 female were collected. Specimens were dissected in the laboratory and prepared male genitalia and wings slides. We described the external and male genital morphology of *N. fascielle* and *E. sororiana* in detail and also diagnostical morphological features. As a result of the study, *N. fascielle* and *E. sororiana* are first record for Hatay.

**Keywords:** *Nemophora fascielle*, *Endothenia sororiana*, Adelidae, Tortricidae, Hatay

## Hatay'da İki Güvenin İlk Kaydı ve Türlerin Dış ve Genital Morfolojisi

### Özet

Bu çalışma arazi ve laboratuvar çalışmaları şeklinde yürütülmüştür. *Nemophora fascielle* (Fabricius, 1775) ve *Endothenia sororiana* (Herrich-Schaffer, 1851) (Tortricidae), Hatay'da değişik bitki örtüsüne sahip çeşitli yüksekliklerdeki lokalitelerden atrap, cıva buharlı ışık tuzağı ve beyaz perde ile yakalandı. *N. fascielle*'dan toplam 3 erkek, 2 dişi ve *E. sororiana*'dan toplam 5 erkek 1 dişi birey toplanmıştır. Örnekler laboratuvarında preparat yapımı için hazırlandı, erkek genital ve kanat preparatları yapıldı. *N. fascielle* ve *E. sororiana*'nın dış morfolojisi ve erkek genital organları ayrıntılı olarak tanımlandı. Sonuç olarak, *N. fascielle* ve *E. sororiana* türleri Hatay için ilk kayıttır.

**Anahtar Kelimeler:** *Nemophora fascielle*, *Endothenia sororiana*, Adelidae, Tortricidae, Hatay

## 1. Introduction

The family Adelidae is members of Incurvarioidea. There are more than 300 species this of family distributed worldwide. This family is the best known for their enomously long antennae (especially in male 3 times as long as forewing). Most species have at least partially metallic patterns coloration and diurnal. Both males and females have a well developed haustellum. But, there is little known about the larval biology of these. Little is known about the life history of Adelidae. Early instar larvae of most species of Adelidae are likely miners. Later instar regularly construct a flattened, oval case made of dead plant material (Ahola et al, 2017). The genus *Nemophora* Hoffmannsegg, 1798 (Lepidoptera: Adelidae) currently includes about 150 species (Kozlov, 2004). The genus *Nemophora* is being represented by 11 species in Turkey (Koçak and Kemal, 2009).

The family Tortricidae, which with just over 9000 described species is the second largest lineage in the microlepidoptera, second only to the Gelechioidea, and by far the most important economically (Hancock and Bland, 2015). *Endothenia* Stephens, 1852 is a genus of moths belonging to the subfamily Olethreutinae of the family Tortricidae. A moderately large genus with some 50 species distributed in all regions of the world (Hancock and Bland, 2015). According to Razowski and Brown (2012), *Endothenia* is widely distributed in the Holarctic, Oriental, and Australian regions that encompassing 48 described species.

There are 462 species belonging to the family Tortricidae, and 8 species belonging to the genus *Endothenia* in Turkey (Koçak and Kemal, 2009).

The first attempt on the checklist of the Turkish moths was listed by Koçak and Kemal (2006, 2007). Totally 4604 moth species were listed together with their synonymous named and updated provincial distributions. Later, the authors (Koçak and Kemal, 2009), reported that the Turkey Lepidoptera fauna was 5128 species belonging to 76 families. In addition, a total of 508 lepidoptera species, 377 Heterocera and 131 Rhopalocera, belonging to the province of Hatay were listed by the same authors. Atay (2011) reported the number of species as 521 lepidoptera and 390 moths.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Field Studies

Field studies were carried out in the localities of different altitudes and vegetation covers in the Hatay province in 2017. All the field works were done under suitable weather conditions (without precipitation and strong winds), and started early in the morning and continued until sunset.



*Nemophora fasciella* and *Endothenia sororiana* were caught at intervals with insect net, mercury vapour light trap and white screen in different localities, at different elevations, in different climatic conditions, plant cover and surface features in Hatay. In the field studies, *N. fasciella* totally 3 male and 2 female, and *E. sororiana* totally 5 male and 1 female were collected.

## 2.2. Laboratory Studies

Before they lost their body water, the collected specimens were sorted for their body sizes and needled with the number 0 insect needles fitting their sizes on special stretching boards, and forewing and hindwing pairs were stretched in the laboratory works. For the drying of the stretched specimens, they were kept at room temperature for two weeks in a dark and dry place. Male genital organs of both species were prepared for the identification of the species following morphological examinations and measurements on the male and female specimens. The needling of the butterflies, stretching of the wings and genital organ preparations were done accordingly the methods defined in Atay's work (2006). The major taxonomic characters of both species were described. Important morphological organs of *Nemophora fasciella* and *Endothenia sororiana* were photographed and drawn. The specimens were stored at the Biology Department of Mustafa Kemal University in Hatay.

## 3. Results and Discussion

### Genus *Nemophora* Hoffmannsegg, 1798 (Lepidoptera: Adelidae)

Syn: *Elasmion* Hübner, 1822; *Nemotois* Hübner, [1825]; *Epityphia* Hübner, [1825]; *Nemotophora* Agassiz, 1847 nec Gry., 1840; *Ucetia* Walker, 1866; *Trichofrons* Amsel, 1937 (Koçak and Kemal, 2009)

### *Nemophora fasciella* (Fabricius, 1775) (Adelidae)

Syn: *schiffmillerella* [Denis & Schiffmüller], 1775; *fascia* Haworth, 1828; *schiffmuellerella* Treitschke, 1833; *annae* Zeller, 1853; *purpureus* Stainton, 1867 (Kozlov, 2004; Fazekas, 2010; Koçak and Kemal, 2009)

The distribution in Turkey: Amasya, Bursa, Mersin, Malatya, Kahramanmaraş, Van (Koçak ve Kemal, 2009).

The distribution in the World: Norway, Denmark, Sweden, Finland, Estonia, Czech Republic, Slovakia, Germany, England, Belgium, Luxemburg, France, Spain, Portugal, Sardinia, Sicily, Italy, Austria, Hungary, Romania, Bulgaria, Greece, Cretan (Karsholt and Razowski, 1996); Poland (Malkiewicz, 2016).

### Material Examined

Döver village (Antakya-Hatay) (36°07'26" N; 36°08'39" E, 350 m.); 22.IV.2018 2♂, 1♀, 02.V.2018 1♂, 1♀.

### Measurements

Body Length ♂: 5-5,5 (5,25) mm, ♀: 6-7 (6,5) mm

Wingspan ♂: 16 mm, ♀: 15-16 (15,5) mm

Male (Figure 1): On the head vertex and frons black brown; long hair-like scales on the head black; face shiny metallic greenish golden colour scaly. Antenna filiform and very long, 18 mm., its length 2,57 times longer than forewing length; base of the antennae is thick and metallic purple golden, distally whitish. Labial palpus well developed, long, strongly recurved upwards and reaches up to frons. All segments of labial palpus are black bristles scales. Eyes with brownish eyes are very large. Haustellum is well developed, basally shiny metallic gold colour scaled. On the head ocelli and chaetosemata absent. Head 1,35 times wider than its height (Figure 2).

On the thorax is shiny metallic bronzy golden and black; underside of thorax shiny metallic greenish golden.

Forewings are narrow and oval-shaped, its length 2,71 times longer than its width. The upper surface of the forewings; with reddish copper violet; at basally bronzy golden scaled and, towards distally more dark; discal region with blackish dark violet cross fascia. Fringe is short and light brownish golden. The ventral surface of the forewings; completely with pale brownish violet.

Hindwings are broad and its length 2,25 times longer than its width. The upper surface of the hindwings are completely with grey brown and with little violet shimmer. Fringe is short and light brownish golden; underside grey brown.

Female moth is similar to male, but antennae shorter and black, about the same length as the forewing. Female has a yellowish head.

The male genital organ is as Figure 3.

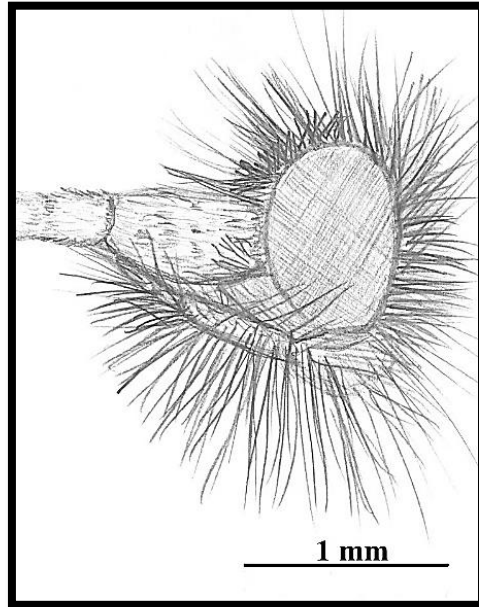
Valva short, narrow, sharply constricted at midlength, and apex rounded; with rare short seta; its length 3 times longer than its width. Uncus short and narrow. Saccus quite long and very broad, strongly sclerotized; its length 2 times longer than its width. Aedeagus is long and narrow, its length 20 times longer than its width; with a structure similar to the arrow tip. Juxta broad arrow shaped.

Veins of forewing and hindwing are drawn (Figure 4).

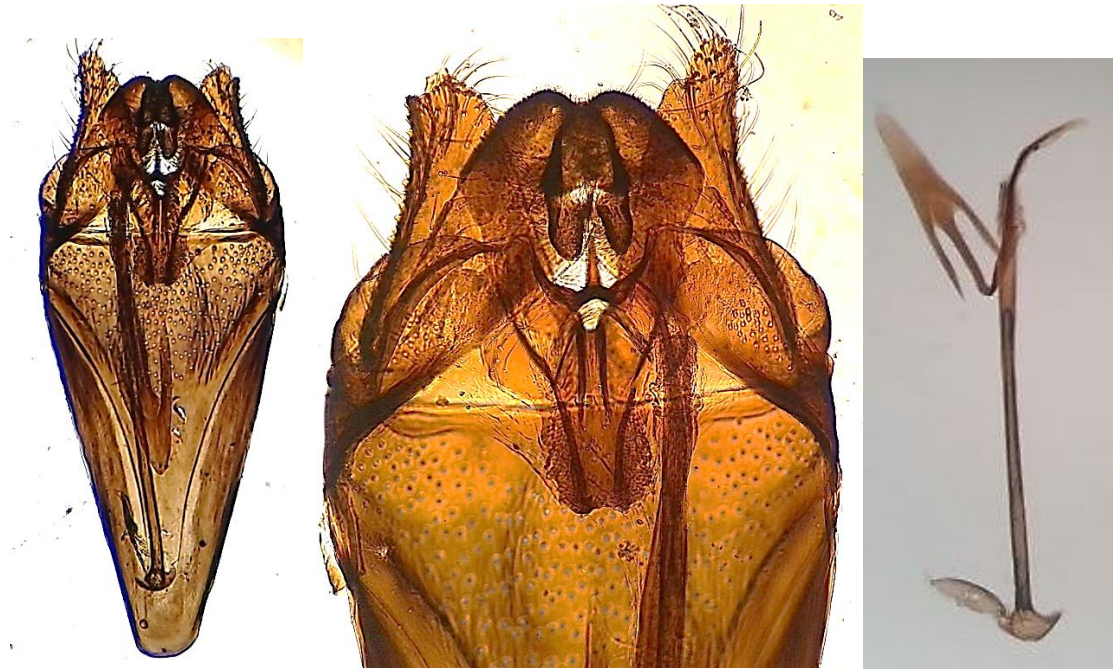
Moths were caught on *Sarcopoterium spinosum* (L.) plant at afternoon (Figure 5).



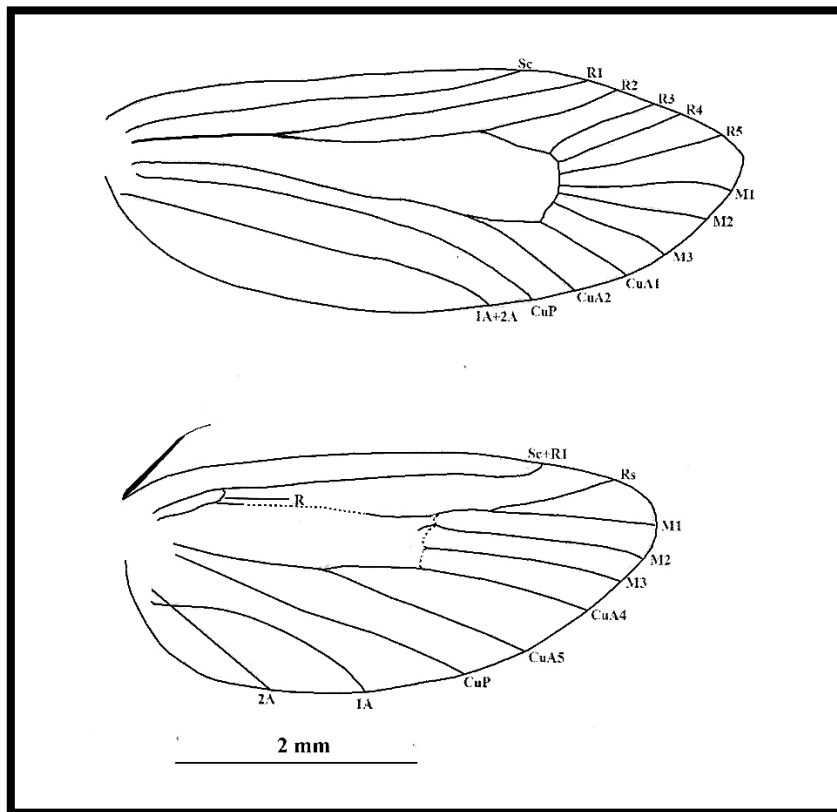
**Figure 1.** Adult of *Nemophora fascielle* (Adelidae)



**Figure 2.** The head structure of *Nemophora fascielle* (Adelidae)



**Figure 3.** The Male Genitaliae of *N. fasciella* (General Structure; Valva and Uncus; Aedeagus)



**Figure 4.** Veins of forewing and hindwing of *Nemophora fasciella*



**Figure 5.** *Sarcopoterium spinosum* (L.)

**Genus *Endothenia* Stephens, 1852 (Lepidoptera; Tortricidae)**

Syn: *Orthotania* Stainton, 1859 nec Stt., 1829; *Endothenia* Stephens, 1852; *Taniva* Heinrich, 1926; *Tia* Heinrich, 1926; *Hulda* Heinrich, 1926; *Alloendothenia* Oku, 1963; *Neothenia* Diakonoff, 1973 (Koçak and Kemal, 2009).

***Endothenia sororiana* (Herrich-Schaffer, 1851) (Tortricidae)**

Syn: *sororiana* (Herrich-Schaffer, 1850); *sororiana* (Herrich-Schaffer, 1851); *phlomidana* Staudinger, 1871 (Koçak and Kemal, 2009)

The distribution in Turkey; Amasya (Koçak ve Kemal, 2009).

The distribution in the world; Lithuania, Siciy, Italy, Hungary, Yugoslavia (Karsholt and Razowski, 1996).

**Material Examined**

Döver village (Antakya-Hatay) (36°07'26" N; 36°08'39" E, 350 m.); 18.IV.2018 2♂; 22.IV.2018 2♂, 1♀; 02.V.2018 1♂.

Moths were caught on *Phlomis longifolia* (L.) plant at afternoon.

**Measurements**

Body Length ♂: 6 mm, ♀: 7 mm

Wingspan ♂: 13-15 (14) mm, ♀: 16 mm

Male (Figure 6): On the head vertex and frons fuscous pale brown, sometimes speckled with light brown. Antenna filiform, fuscous brown and long, its length 0,46 times longer than forewing length. Labial palpus well developed, dark brown moderately long, strongly recurved upwards,

almost reaches to frons, and third segment advances forward. All segments of labial palpus are covered with smooth scales over them. Eyes with brownish eyes are very large. Haustellum is well developed, basally light brown and dirty white colour scaled. On the head ocelli large, but chaetosemata absent. Head 1,85 times wider than its height (Figure 7).

Thorax and tegulae are fufcous pale brown and light brown; underside of thorax yellowish dirty white and light brown.

Forewings are narrow and almost oval-shaped, its length 2,34 times longer than its width. Ground colour of basal 2/3 of the forewing dark brown, mixed with grayish black, sometimes speckled with white; an irregular ochreous dirty white transverse fascia at 1/3 from base. Postmedian and submargin regions of forewing are with s-shaped dirty white transverse band.

Fringe is short and dark brown. The ventral surface of the forewings; completely with pale brownish. Hindwings are broad and its length 1,75 times longer than its width. The upper surface of the hindwings are completely with pale brown and slightly paler basally. Abdomen is dark grayish brown.

The wing patterns and colors of the female are similar to male.

The male genital organ is as Figure 8.

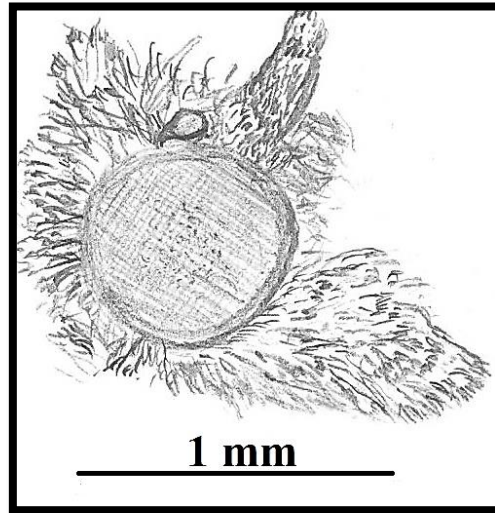
Uncus thin, long and cylindrical tube, its length 4 times longer than its width, with broad terminal part, oval-shaped, equipped with long several spines and hairs. Socius almost broad and with thin and weak long hairs. Tegumen ;quite broad. Sacculus very short and with spiny lobe. Valva narrow and long, strongly convex, its inner face with thin and weak long hairs. At the basal part of valva presents a thorny formation plume shaped. Saccus small. Aedeagus short and broad, cornutus absent.

Veins of forewing and hindwing are drawn (Figure 9).

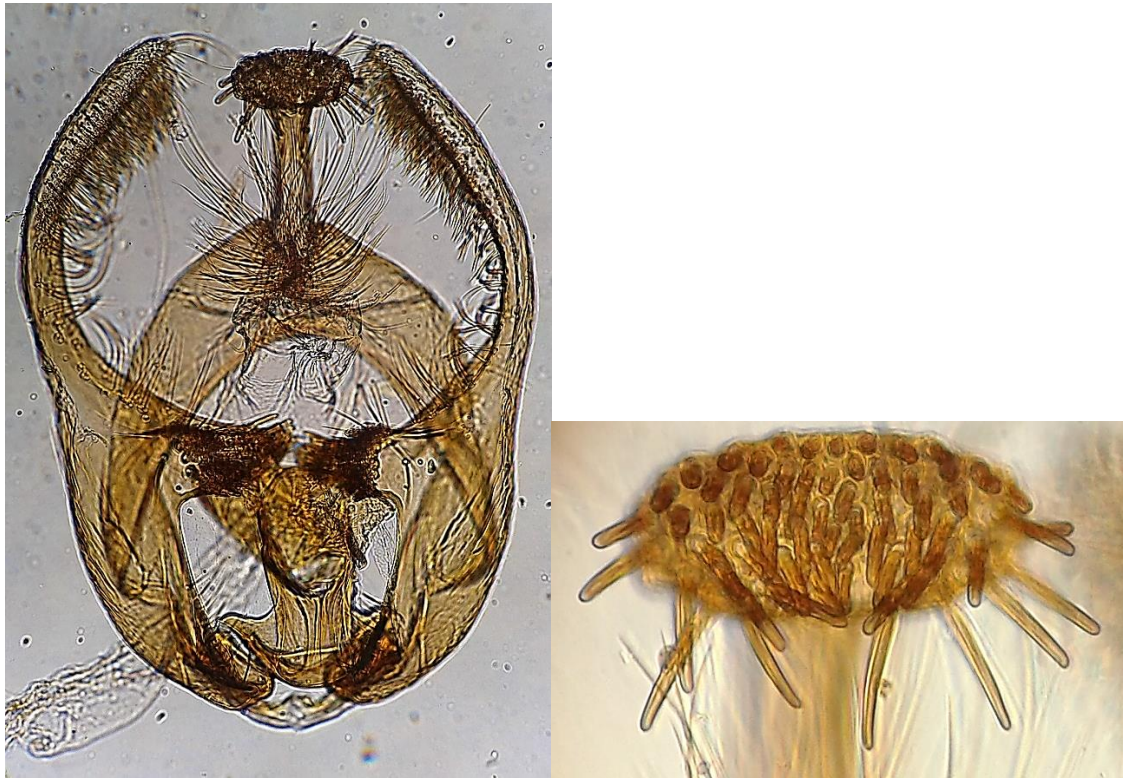
Moths were caught on *Phlomis longifolia* plant at afternoon (Figure 10).



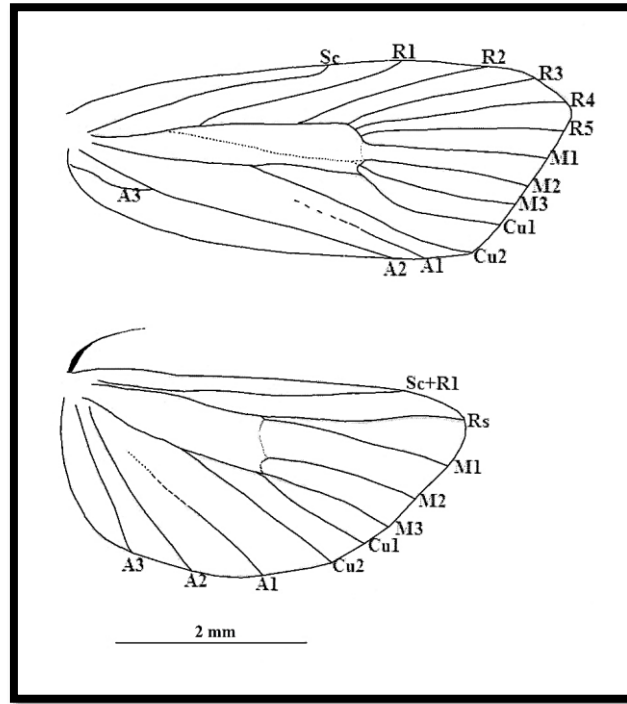
**Figure 6.** Adult of *Endothenia sororiana* (Tortricidae)



**Figure 7.** The head structure of *Endothenia sororiana* (Tortricidae)



**Figure 8.** The Male Genitaliae of *Endothenia sororiana* (General Structure; Uncus)



**Figure 9.** Veins of forewing and hindwing of *Endothenia sororiana* (Tortricidae)



**Figure 10.** *Phlomis longifolia*

In this study, we described the external and the male genital morphology of *Nemophora fasciella* (Adelidae) and *Endothenia sororiana* (Tortricidae). The important taxonomic characters belong to them were redescribed in detail by comparison of different parameters with each other. Each one of the external and genital taxonomic characters were measured with digital caliper and stereo microscope.

The habitat of these two species is given in Figure 11.



*Nemophora fasciella* and *Endothenia sororiana* are new record for the the lepidoptera fauna of Hatay. As a result, the Hatay butterfly fauna increased to 523 lepidoptera and 392 moths with the addition of these two species.



**Figure 11.** Habitat of *Nemophora fasciella* and *Endothenia sororiana*.

## References

- Ahola, M., Donald, R. D., Juhania, I., Reima, L., and Marko, M. (2017). Description of Immature Stages of *Nemophora bellea* (Walker, 1863) (Lepidoptera: Adelidae). *Entomologica Fennica*, Vol. 28, 49-56.
- Atay, E. (2006). The Identity of *Paraponyx affinalis* (Guenee, 1854) (Lepidoptera, Crambidae, Nymphulinae) in Turkey. *Journal of Entomology*, 3(1), 76-81.
- Atay, E. (2011). Hatay İli Heterocera (Lepidoptera) Faunasına Katkılar. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*. 1 (4), 34-40.
- Fazekas, I. (2010). A *Nemophora pfeifferella* (Hübner, 1813) Magyarországi Elterjedése, s az Adelidae Fajok Nevjegyzéke (Lepidoptera). *e-Acta Naturalia Pannonica*, 1 (2), 211-218.
- Hancock, E. F., and Bland, K. P. (2015). The Moths and Butterflies of Great Britain and Ireland. Brill Nijhoff and Hotel Publishing, Boston, USA.
- Karsholt, O., and Razowski, J. (1996). The Lepidoptera of Europe A Distributional Checklist. Apollo Books. Denmark, 380 pp.
- Koçak, A. Ö., and Kemal, M. (2006). Checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies Ankara*, 1, 1-196.
- Koçak, A. Ö., and Kemal, M. (2007). Revised and annotated checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies Ankara*, 8, 1-150.
- Koçak, A. Ö., and Kemal, M. (2009). Revised checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies Ankara*, 17, 1-150.
- Kozlov, M. V. (2004). Annotated Checklist of the European Species of *Nemophora* (Adelidae). *Nota Lepid.* 26 (3/4), 115-126.
- Malkiewicz, A. (2016). *Nemophora prodigellus* (Zeller, 1853) (Lepidoptera, Adelidae): The First Definite Record in Poland, with Comments on The Protection of Its Habitat. *Polish Journal of Entomology*, Vol. 85, 355-363.
- Razowski, J., and Brown, W. (2012). Descriptions of New Tortricidae (Lepidoptera) Reared from Native Fruit in Kenya. *Zootaxa*, 3222, 1-27.

## Yeşil Kompozitlerde Biyopolimerlerin Kullanımının Önemi

Benek HAMAMCI<sup>1</sup>, Meltem ÇİFTÇİ<sup>1</sup>, Tuğba AKTAŞ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kafkas Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Kars, Türkiye

**Geliş Tarihi:** 15.02.2018

**Kabul Tarihi:** 10.05.2018

\*Sorumlu Yazar: benekhamamci@kafkas.edu.tr

### Özet

Polimerler; hafif, ucuz, mekanik özellikleri çoğu kez yeterli, kolay şekillendirilebilen, değişik amaçlarda kullanıma uygun, dekoratif, kimyasal açıdan inert ve korozyona uğramayan maddelerdir. Fakat doğada yok oluş süreleri uzundur ve genellikle petrokimyasal olarak üretilirler. Yeşil kimya ve yeşil üretimin önem kazandığı günümüz teknolojilerinde ise doğal malzemelerden polimer üretimi ile daha çevre dostu polimerler araştırılıp imalatları yapılmıştır. Bu tür polimerler biyolojik materyallerden ve doğada kolaylıkla parçalanabilen, çevreye zarar vermeyen tamamen organik olan biyopolimerler olarak geliştirilmiştir. Bu derlemenin amacı kısaca yeşil kompozit malzeme üretiminde kullanılan polimer yapıların araştırılması ve gelecek için neler yapılabileceğinin belirlenmesidir. Araştırma sonucunda yeşil üretimin ve çevre sorunlarını engellemenin önemli olduğu günümüz kimyasında, mühendislik çalışmaları ve malzeme üretimi açısından önemli olan polimer tipleri belirlenmiş ve gelecekte üretilebilecek kompozit materyallerin bağlayıcısı olarak biyopolimerlerin kullanımının çevre açısından önemi ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kompozitler, Polimer, Biyopolimer, Yeşil kompozitler

## In The Green Composite Importance of the Use of Biopolymers

### Abstract

Polymers are light, inexpensive, mechanical properties are often sufficient, easy to shape, suitable for use in different purposes, decorative, chemically inert and corrosion resistant materials. The extermination time of the polymers are very long in nature and they are usually produced petrochemically. In today's technology more environmentally polymers production with natural materials which green chemistry and green production are very important. were searched and fabricated. Such polymers have been developed as biopolymers, easily decomposed in nature and harmless to the environment have been developed as fully organic biopolymers. The purpose of this review is briefly to investigate the polymer structures used in the production of green composite materials and to determine what can be done for the future. As a result of research, it is important to prevent green production and environmental problems, engineering studies and polymer types that are important for material production have been identified. The environmental implications of the use of biopolymers as binders for composite materials that can be produced in the future.

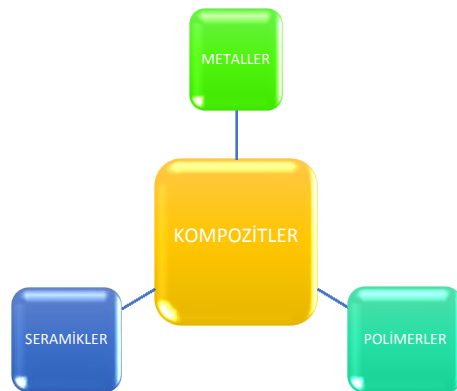
**Keywords:** Composite, Polymer, Biopolymer, Bioplastic, Green composite

## 1. Giriş

Biyopolimerler, biyokütle tarafından doğal süreç içerisinde meydana getirilen, doğal ortamda bulunan mikroorganizmalar tarafından parçalandığında, çevresel kirliliğe sebebiyet vermeyecek şekilde bileşenlerine ayrılan ve bu nedenle yeşil materyaller kavramı dâhilinde kategorize edilen polimerlerdir. Genel olarak malzemeler; metal, seramik ve polimerler olmak üzere üç gruba ayrılarak incelenebilir (Şekil 1). Bu üç grupta malzemelerin baskın ve zayıf tarafları bulunur. Gelişen teknolojiye bağlı olarak bu malzemelerden iki veya daha fazlasının baskın niteliklerini tek bir malzeme toplaması amacıyla içyapıları aynı kalacak şekilde birleştirilerek üretilen yeni malzeme kompozit malzemedir (Kaya, 2016; Kaya, 1995).

Kompozit, iki veya daha fazla bileşenden oluşan bir malzeme anlamına gelmektedir. Kompozit malzeme özet olarak ‘iki veya daha fazla bileşenin ara yüzey boyunca bir araya gelmesiyle oluşan yapılar’ şeklinde açıklanabilir. Kompozit yapı oluşturulurken bileşenler genellikle özelliklerini korurlar (Rosato, 1997; Yurttaş, 2000).

Çağımızın getirmiş olduğu yenilikler neticesinde üstün özelliklere sahip malzeme gereksinimi giderek artmaktadır. Gereksinimler kompozit malzemenin geliştirilmesi için ana etken olmuştur. Son yıllarda elyaf takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerin üretimi havacılık, savunma, ev aletleri ve iş ekipmanları yapı sektörü, gıda sektörü, korozyon dayanımlı ürünler, elektrik ve elektronik, denizcilik, otomotiv gibi çok çeşitli endüstriyel alanlarda kullanımı oldukça artmıştır (Yurttaş, 2000; Durgun, 2014).



Şekil 1. Kompozit Malzemeler

Kompozitler, malzemenin kullanım amacına ve üretim tekniğine göre metal, seramik veya polimer malzemedan oluşabilirler. Metal matrisli kompozit malzemeler; ana malzemeleri çeşitli metal ve metal alaşımı olan kompozitlerdir. Metal matris yapı malzemeler, metal esaslı yapı içine gömülen takviye elemanı farklı geometrik şekilde olabilirler. Metal esaslı malzemelerin takviye edildikleri malzemelere göre nitelikleri değişebilmektedir.

Seramiklerin yüksek elastiklik modülü ile metallerin plastik şekil değiştirme özellikleri bir araya getirilerek aşınmaya direnci kuvvetli ve gerilme mukavemeti yüksek malzemeler elde edilebilir. Seramik matrisli kompozit malzemeler; seramik malzemeler, yüksek sıcaklığa dayanıklı ve hafif oldukları ( $d= 1,5 - 3,0 \text{ gr/cm}^3$ ) için oldukça kullanışlıdır. Yüksek sıcaklıkta çalışması gereken yerlerde seramik esaslı kompozit malzemeler tercih edilebilir. Sert ve kırılğan olduklarından çok düşük süneklik ve tokluğa sahiptirler ayrıca termal şoklara karşı dayanıksızdırlar. Bu nedenle çoğunlukla liflerle takviye edilirler. Buna karşılık çok yüksek elastiklik modülüne ve çok yüksek çalışma sıcaklıklarına sahiptirler. Seramik kompozitler, yüksek sıcaklıklara karşı çok iyi dayanım göstermekle birlikte rijit ve gevrek bir yapıya sahiptirler. Ayrıca elektriksel olarak çok iyi yalıtkan özelliği gösterirler (Yurttaş, 2000; Seydibeyoğlu, 2012).

Kompozit malzemelerin daha önce kullanılan malzemelere oranla daha çeşitli ürün sağlayabilme özelliğinden dolayı endüstriyel alanda kullanımı oldukça yaygındır. Bu alanda kullanılan kompozitlerden en yaygın olanı cam elyafıdır. Cam Elyaf Takviyeli Plastiklerin (CTP) imalatında el yatırması, vakumlama ve infüzyon gibi yöntemler kullanılmaktadır (Durgun, 2014). Fakat aşınma direncinin düşük olmasından ve yüzeyde meydana gelen pürüzlerden dolayı kullanım alanları sınırlıdır (Akçin, 2011; Durgun, 2014). Kompozit malzemelerin gittikçe daha yaygın bir biçimde kullanılıyor olması ve ömrünü tamamlayan kompozit atıklarının yok edilmesini çok önemli bir sorun haline getirmiştir. Bu çalışmada oluşan atıkların çevreye zarar vermeden en kısa yoldan doğaya geri dönüştürülmesi ve atıkların biyobozunur olmasının önemi bu derlemede incelenmiştir.

## 2. Polimerler

Polimerler; hafif ve ucuz olmaları, kolay şekillenebilmeleri ve farklı amaçlar için kullanılabilmelerinin yanında korozyona uğramayan yapılardır. Öncelikle kaplama sanayinde olmak üzere endüstride birçok alanda tercih edilen polimerlerin küresel olarak ihtiyacı günden güne artmaktadır. Polimerler, ihtiyaç doğrultusunda istenilen özelliklere sahip, kalıplama kolaylığından elektrik kablolarına kadar uzanan ve daha birçok geniş uygulama alanında kullanılabilen malzemelerdir (Board, 2012; Yoruç, 2017).

Ticari olarak kullanılan polimerler, doğal gaz ve petrol gibi biten kaynakların %5'inin bu alanda kullanılmasıyla elde edilirler. Endüstriyel olarak üstün mekanik ve termal özelliklerinin olması polimerleri birçok alanda tercih edilen malzemeye dönüştürmüştür. Fakat polimerler kolay doğada yok edilemediği ve petrol kaynakları gibi tükenir kaynaklardan elde edildiklerinden çevreye zararları bilinmektedir. Sadece çok maliyetli işlemler sonucunda parçalanarak yok edilebildiklerinden ve polimer üretim sektöründe hem süreklilik hem de çevre uyumu açısından yeni organik polimerler arayışları ortaya çıkmıştır (Yoruç, 2017; Miller, 2013).

Günlük hayatta kullanılan polimerlerin çoğunun ana zincirinin temel bileşeni karbon atomudur. Organik polimerler yapılarında karbon yanında genelde hidrojen, oksijen, azot ve halojen atomu bulunmaktadır. Sentetik ve doğal polimerlerin çok büyük bir kısmı organik polimerlerden oluşmuştur. Polimer zincirinde atomların dizilişi aynı türden ise ‘homo zincir’, farklı türden ise ‘hetero zincir’ polimer olarak adlandırılır. Polietilen, polyesterler, poliamitler, polipropilen, doğal kauçuk, proteinler, selüloz vb. gibi polimerleri organik polimerlere örnek olarak verebiliriz (Dolaştır, 2009).

### 3. Biyopolimerler

Doğal polimerlerin önemli bir kısmı genelde canlıların yapısında yer alır. Selüloz buna örnek olarak verilebilir. Bunun yanı sıra tırnak, yün, saç, protein yapısındaki doğal polimerlerdir. Ayrıca canlılarda polimerik yapıda olan karbonhidratlar, deoksiribonükleik asit ve ribonükleik asit bulunur. Canlıların hareketlilik, yaşlanma, duyu gibi özelliklerinden sorumlu olan bu polimerlere “biyopolimerler” denir (Baysal, 1994).

Yeşil polimerler ve biyopolimerler hakkında günümüzde araştırmacılar tarafından birçok araştırma yapılmıştır. Armentano ve ark. Biyopolimerleri; “Doğada, enzimatik tepkime ile karbondioksit ve su gibi küçük bileşenlere ayrılabilen biyobozunur polimerler (Armentano ve ark., 2013)” olarak açıklamıştır (Armentano ve ark., 2013; Yoruç, 2017).

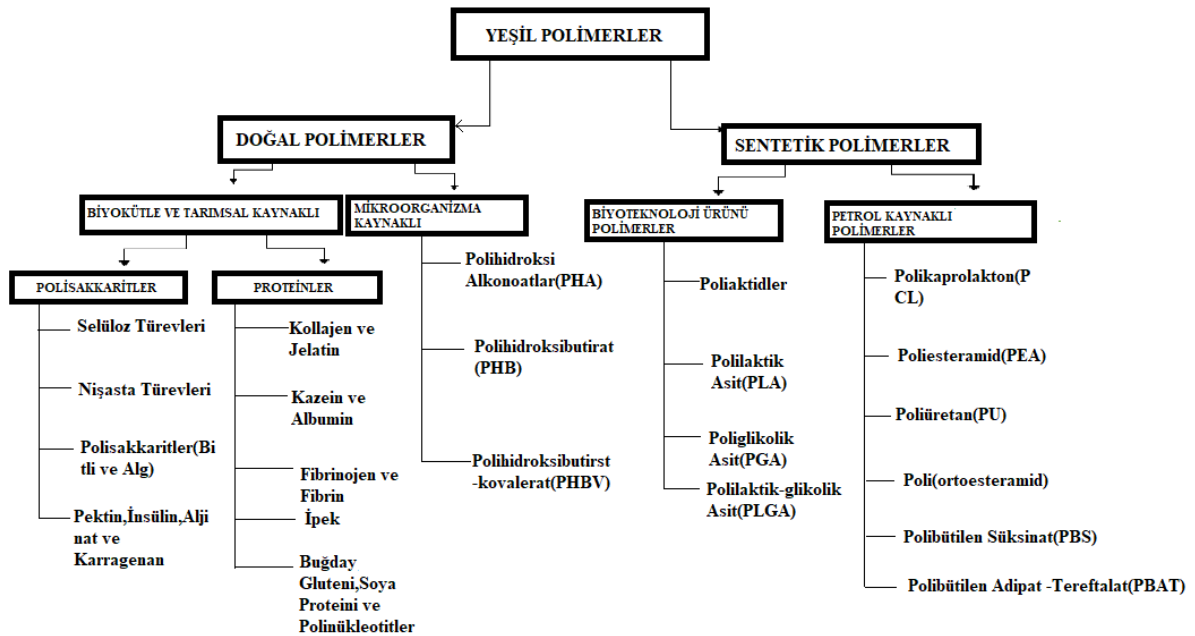
Singh araştırmasında biyopolimerleri; “Yeşil bitkiler, hayvanlar, bakteriler ve mantarların, yaşam döngüsü sırasında doğal olarak üretilen polimerler olarak tanımlamıştır (Singh, 2011; Yoruç, 2017). Rao ve ark. ise bu tür polimerleri tanımlarken; “Tüm organizmaların olgunlaşma döngüsü sırasında doğal olarak meydana gelen polimerler şeklinde ifade etmiştir. Bu bilgilere dayanarak biyopolimerler, biyokütle tarafından doğal yaşamda mikroorganizmaların parçalamasından sonra çevreye zarar vermez oldukları çıkarımı yapılabilir. Bu yüzden yeşil materyaller olarak gruplandırılmışlardır.

Kullanılmakta olan sentetik polimerler petrokimyasal kökenlidir ve çoğu biyobozunur değildir. Bu nedenle doğada petro kimya kaynaklı polimerler yerine çevreye verilen zararlar göz önünde bulundurularak biyobozunur polimerler kullanılması önerilmektedir. Biyopolimerlerin üretiminde işlenmemiş olan biyolojik kökenli bir yapı kullanılmaktadır. Bu materyal nişasta, mısır gibi bir bitki olabildiği gibi bakteri ve maya gibi mikroorganizmalarda olabilmektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere biyopolimerler genellikle CO<sub>2</sub> nötraldir. Kütle-enerji döngüleri kapalıdır. Doğada bileşenlerine ayrıldıktan sonra tekrar karbon döngüsüne dönmektedirler. Son yıllardaki artış göz önüne fosil kaynaklı işlenmemiş maddelerin korunması ve petrole olan bağımlılığı azaltması büyük bir avantaj olmaktadır. Biyopolimerlerin atık haline getirilmesiyle tarım arazisi gibi yerlerde

kullanılabilmektedir. Bu yöntem kimyasal gübre ihtiyacını da azaltmaktadır. Günümüzde biyopolimerlerin hala az üretilmesinin nedeni oldukça pahalı olmasından kaynaklanmaktadır. Üretimin artmasıyla maliyetin düşeceği beklenmektedir (Say ve ark., 2017).

Biyopolimerlerin kullanımının artırılmasıyla gün geçtikçe petrole olan ihtiyaç azalacak ve daha ekolojik bir çevre oluşturulacaktır (Flaris ve ark., 2009; Yoruç, 2017). Biyopolimerler; gıda sektöründe ambalaj ve kaplama malzemelerinde, otomotiv ve beyaz eşya sektörlerinde kompozitlerde, inşaat sektöründe yalıtım malzemelerinde ve medikalde cerrahi malzemeler ve implantlarda, kozmetik ürünlerinde, tekstil ürünlerinde bulunmaktadır (Sin ve ark., 2012; Yoruç, 2017).

Yenilenebilir kaynakların ürünleri son yıllarda önemli bir gelişim göstermektedir. Yeşil kompozitler sanayisi günümüzde milyarlarca dolarlık iş alanı oluşturmaktadır. Polimer sektörleri içerisinde en hızlı gelişen sektör yeşil kompozitlerdir. Gelişim hızı yıllık, 2007 yılı için Kuzey Amerika'da %18, Avrupa'da ise %14'tür (Alireza, 2008; Yoruç, 2017). 2020 yılında yeşil plastiklerin Avrupa Birliği'nde yıllık olarak 3,1 milyon ton ile petrol esaslı polimerler pazarının %4,4'üne sahip olacağı ön görülmektedir (Baysal, 1994). Yeşil malzemeler genellikle otomotiv, ambalaj ve inşaat sektörlerinde kullanılmakta ve kullanılan bu sektörler göz önüne alındığında YEŞİL'in YENİLİK'ten çok ihracat pazarındaki yeri dikkat çekmektedir.



Çizelge 1. Yeşil polimerlerin sınıflandırılması (Yoruç, 2017)

Biyopolimerler doğal haliyle yalnızca polimerik yapıda olan malzemeleri değil aynı zamanda doğal bileşiklerin biyolojik veya kimyasal yollarla polimerizasyonu ile oluşturulan yüksek molekül ağırlıklı malzemeleri de içermektedir. Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen poliamitler,

polisakkaritler, polioksöesters, polithioesterler, polyanhidritler, polifenoller gibi polimerler, bunların türevleri ve kompozitleri de biyopolimerler olarak nitelendirilebilirler (Sudesh, 2008; Yoruç, 2017).

Biyopolimerler doğal ve sentetik olmak üzere iki çeşittir. Doğal biyopolimerler doğal malzeme bazlı olup; polisakkaritler/nisasta, alginat, kitin/kitosan veya proteinler (soya, fibrin, ipek) ve güçlendirici/destekleyici olarak kullanılan doğal fibriller olmak üzere sıralanabilir. Sentetik biyopolimerler ise kontrollü şartlarda üretilen ve bu nedenle genel olarak sergileyeceği davranışları tahmin edilebilen; bozunma hızı, gerilme dayanımı, elastik modül ve bunlar gibi fiziksel ve mekanik nitelikleri yinelenen yapılardır (Çizelge)(Mohanty ve ark., 2000).

Nişasta doğada kolay bir şekilde bulunabilen bir polisakkarit olup mısır, nişasta ve pirinçten üretilen yüksek biyobozunurluk ve düşük maliyetli bir yeşil polimerdir. Temel bileşeni nişasta olan biyopolimerlerin üretimi çoğunlukla nişasta ve sentetik polimerlerin karışım şeklinde üretilmesiyle oluşmaktadır. Sentetik polimer ve nişastanın oranlarının değiştirilmesiyle biyopolimerin özellikleri değişebilmektedir. Bu yaklaşım Novamont firmasının ürettiği Mater-Bi® adlı plastik malzemede başarılı olmuştur. %85'ten fazla nişastası olan karışımlar enjeksiyon kalıpta ve köpük imalatında kullanılabilir (Gross, 2002; Yoruç, 2017).

Selüloz bitki ve bakterilerden oluşan polimerler dünyada bol miktarda bulunan biyopolimerlerdir (Zhou ve ark., 2012; Yoruç, 2017). Selüloz, yinelenen  $\beta$ -D-glukopiranoz birimler inlerinden oluşur. Tekrarlanan birimlerde bulunan her bir anhidroglukoz molekülü 3 adet hidroksil grubu bulundurmaktadır. Selülozun bu yapısı; kiralite, biyobozunma, yüksek fonksiyonellik ve hidrofilitik gibi niteliklere sahip olmasındaki en önemli faktörledendir (Peng ve ark., 2011; Yoruç, 2017).

Kitin/Kitosan kitin;2-asetamido-2-deoksi- $\beta$ -D-glukoz monomerlerinin  $\beta$ -(1,4) bağı ile bağlanmasından oluşan biyopolimerdir. Doğal ortamda bol miktarda bulunan mukopolisakkarit yapısına sahiptir ve selülozdan sonra doğada en çok bulunan ikinci sürdürülebilir biyopolimerdir. Biyosferde 10 Gton (1013 kg) kitin bulunmaktadır (Synowiecki ve ark., 2003; Yoruç, 2017).

#### 4. Biyopolimerlerin Kullanım Alanları

Biyopolimer üretimi günden güne ilerlemektedir. Sonuç olarak tüm Avrupa'nın 2001 yılında biyolojik olarak birbirinden ayrılan plastik tüketimi 20.000 ton olmasına rağmen, 2003 yılında bu değer 40.000 ton olduğu bilinmektedir. Bu değer biyopolimer üretim alanının giderek büyüdüğünü göstermektedir. Biyopolimerlerin öncelikli kullanım alanları medikal ve gıda sektörleridir. İngiltere, Hollanda ve İtalya biyo ambalajlar üretiminde öncelikli ülkelerdendir (Clarival, 2012; Yoruç, 2017).

Biyopolimerle ilgili yapılan üretim sektörlerindeki araştırmaya göre; biyopolimerlerin 2020 yılında biyopolimerlerin plastik üretim sektörünün %25-30'unu oluşturacağını belirtmiştir. 2007

yılında değeri 1 milyar \$ olan biyopollimer plastik sanayisinin 2020 yılında 10 milyar \$ değerinde olacağı öngörülmektedir. Günümüzde 500 olan biyopolimer işletmesinin 2020 yılında 5000'e çıkacağı tahmin edilmektedir (Ikada ve ark., 2000; Yoruç, 2017).

**Biyobozunur Gıda Ambalaj Filmleri:** Günlük hayatta kullandığımız yiyecek ve içeceklerimizle temas halinde olan; tek kullanımlık çatal, bıçak, içecek kapları, salata kapları, tabaklar, ambalaj kâğıtları ve ince filmler, pipet, karıştırıcılar, kapaklar, kutular, şarküteri ve fast food işletmelerinin kullandığı polimer ambalajlardır. Kullanılan ambalajlar geri dönüşümlü yapılması ekoloji açısından önem arz etmektedir. Sulu, asidik ve yağlı yiyeceklerle etkileşim halinde olan ambalaj filmlerinin oda sıcaklığında korunması veya oda sıcaklığının yaklaşık 60°C üzerinde korunmasını sağlayan ambalaj filmleriyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bunun sonunda, son birkaç yıldır sürdürülebilir kaynaklardan bulunan, geri dönüşebilir ve kompostlanabilir olmaları, biyopolimerleri daha da önemli hale getirmektedir (Bordes ve ark., 2009; Robertson, 2016; Jimenez ve ark., 2015; Yoruç, 2017).

**PHA Gıda Ambalajları:** En fazla gıda ambalajı bölümünde kullanılan PHB, PP ile aynı nitelikte olan fakat PP' den daha sert ve gevrekli. Sertliği daha az olan ve yoğun olan Polihidroksi bütirat-co-β-hidroksi valerit (PHBV) paketleme için kullanılabilir. PHBV'nin maliyeti yüksek olmasına karşın mikroplara karşı 5-6 hafta dayanabilmektedir (Siracusa ve ark., 2015; Yoruç, 2017). 1998 yılında çalışmalar yapılarak farklı özellikte gıda atıklarından PHA üretilmiştir. İmal edilen polimerlerin esneklik, çekme dayanımı, viskozite gibi farklı fiziksel ve mekanik özellikler bulunmuştur (Yu ve ark., 1998; Yoruç, 2017).

**PLA Gıda Ambalajları:** Araştırmacılar, %6'dan az L-laktit/D-laktit oranına bağlı olarak PLA nitelikleri oldukça farklı olabilmektedir. D-laktit içeren yarı kristalin polimer PLA'nın kaliteli performans göstermesini sağlamışlardır. Ayrıca %12 D-laktit içeren amorf PLA'nın ısıyla birlikte kolay şekil alması, gelişen teknolojiyle birlikte gıda ambalaj sektörüne uygunluğunu göstermiştir. PLA'nın özellikleri PS gibidir. PLA çeşitli şirketlerin ticarileştirmesiyle kullanılmaya başlanmıştır (Yoruç, 2017).

**Biyomedikal Uygulamalar:** Polimerler çoğunlukla medikal anlamda cerrahi ve klinik denetimlerde kullanılmaktadır. Medikal alanında kullanılan polimerler arasında vücudun canlı dokusuyla temas halinde olan malzemeler "polimerik biyomalzemeler" şeklinde adlandırılmaktadır. Biyomalzemelerin uygulamaları; tek kullanımlık ürünler (şırınga, kan torbası, kateter), cerrahi operasyon malzemeleri (yapıştırıcı ve dolgu malzemeleri) ve doku değiştirme protezleridir (göz içi lens, diş implantı, meme implantı, yapay böbrek, yapay kalp, yapay damar gibi geçici veya kalıcı yapay organlar) (Bordes ve ark., 2009; Reddy ve ark., 2015; Yoruç, 2017). Bu alanlarda genellikle toksik olmayan, inert ve biyo uyumluluğu yüksek malzemelerdir. Son zamanlarda dikkat çeken biyobozunur polimerlere eğilimin iki ana sebebi bulunur:



i) Biyobozunur polimerler biyolojik olarak uygundur.

ii) Bu polimerler hem hafif hem de enfeksiyon tehlikesi oluşturmazlar (Bordes ve ark.,2009; Yoruç, 2017).

**Cerrahi Kullanım:** Cerrahi alanda genellikle dikiş için kullanılırlar. Hayvan bağırsaklarından elde edilen kollajen, kromlama işleminden sonra kullanılırlar. Cerrahi olarak diğer alanı; hemostaz, doku yapıştırıcı ve yara kapama materyalleridir. Bu alanda kullanılan biyomalzemeler; jelatin, kollajen, kitosan, selüloz, karboksimetil selüloz, fibrin ve trombindir (Ji ve ark., 2013; Yoruç, 2017).

**Tarımsal Uygulamalar:** Tarımsal olarak başlıca kullanım alanları; malç filmlerde, erozyon kontrol sistemlerinde ve kazıklarda kullanılmaktadır (Brar ve ark., 2014; Yoruç, 2017). Tarım işlerinin en önemlisi ekinlerin korunmasıdır. Bu istek doğrultusunda, DYPE bazlı malç filmlerin kullanımı günden güne artmaktadır. Malç filmler; toprak sıcaklığını oranlamak, erozyonu önlemek, su ve pestisit kullanımını azaltmak ve yabancı otları azaltmak için tercih edilmektedir. Biyopolimerler, biyobozunur olmaları ve yenilenebilir kaynaklardan oluşmaları nedeniyle, malç film üretiminde petrol esaslı ürünlerin yerini almaya başlamışlardır (Finkenstadt ve ark., 2010; Yoruç, 2017).

**Otomotiv Uygulamaları:** Otomotiv sanayisinde kullanılan polimer oranı kütle bakımından araç başına yaklaşık olarak %12'dir. Yani araçta bulunan polimer miktarı 114 kg'dır. Sektörde en çok kullanılan polimerler; polipropilen (PP), poliamid (PA), poliüretan (PU) ve akrilonitril-butadienstiren (ABS)' dir. Petrol kaynaklı polimerlerin yerini biyopolimerlerin almasıyla, otomotiv sektöründe çalışmalara başlanmış ve patentler alınmıştır. Özellikle doğal fiberler ile desteklenmiş halde biyopolimerler; otomotiv sanayisinde gösterge paneli, kapı paneli, far lambaları, ızgaralar, çamurluklar vb. bölümlerde kullanılmışlardır (Koronis ve ark., 2013; Yoruç, 2017).

**Kozmetik Uygulamalar:** Polimerler, kozmetikte kullanılan olan ana maddeler arasında ikinci en büyük gruptur. Kozmetik sektöründe polimerler; stabilizatör ve destabilizatör, modifiye edici, inceltici, emülsifiyan ve antimikrobiyal katkı olarak kullanılmaktadır (Lochhead, 2007; Yoruç, 2017).

## 5. Yeşil Kompozitler

Yakın geçmişte kendini dünyaya kısa bir sürede tanıtan kompozit malzeme uzay-hava sistemleri, otomotiv, spor eşyaları gibi birçok gündelik alanlarda vazgeçilemez hale gelmiştir. Genellikle kompozit malzemeler, çeşitli biçimlerde tasarlanabilir olmalarına karşın çoğunlukla epoksi, polipropilen, polietilen vs. bir polimer matrise cam, karbon, aramit veya ultra yüksek moleküler ağırlıklı polietilen (UHMWPE) liflerin takviyesiyle meydana gelirler. Kompozit malzeme kullanımı artmasının avantajı olmasının yanında oluşacak malzeme için tüketilen atıklar sorun oluşturmaktadır. Ayrıca kompozit malzemenin iki farklı (lif ve matris) malzemenin meydana geliyor

olması geri dönüşümünü zorlaştırmaktadır (Netravali ve ark., 2003). Yeşil kompozit olarak kendini tanıtan çevreci çalışmalar da kompozit malzemenin yenilenebilir kaynaklardan meydana gelmesi üzerinde durulmaktadır (Ashori, 2008). Çok eski çağlarda harç malzemesine keçi kılının eklendiğini göz önüne alarak kompozit malzemenin çok öncelerden beri var olduğuna kanaat getirebiliriz. Çağdaş dönemde ise Henry Ford, 1938 yılında, ilk lif takviyeli araba gövde panelini üretmek için soya-fasulyesi esaslı reçine kullanmaktadır (Netravali ve ark., 2003).

Yeşil kompozitlerin bilinen en yaygın kullanım alanları inşaat, otomotiv, mobilya ve ambalaj sektörleridir (Netravali ve ark., 2003; Ashori, 2008; Maya ve ark., 2008). İnşaat, mobilya ve paketleme sektörlerinde uygulamaları beklenileni karşılamadığından buralarda daha çok ağaç unu, odun yongası vs. gibi oldukça ucuz dolgular tercih edilmektedir. Ancak başta otomotiv olmak üzere diğer uygulamalarda, yeşil kompozitlerden yüksek başarı beklenmektedir. Bu tür tasarımlarda istenilen niteliklere erişebilmek için hemp, jüt, muz, bambu, kenaf vb. lifler kullanılmaktadır (Netravali ve ark., 2003). Çevre dostu olmaları, kara taşıtlarının ağırlığını % 10-30 oranında düşürecek derecede hafif olmaları için daha az yakıt tüketimi sağladıkları için tercih edilmektedirler (Netravali ve ark., 2003; Ashori, 2008; Maya ve ark., 2008). Daimler-Benz 1991 yılından beri, cam lifinin yerini alacak doğal lifleri bulmak için çalışmalar yapmaktadır (Ashori, 2008; Maya ve ark., 2008). Hindistan cevizi lifli kompozitleri esas alan “Beleem project”in ardından gelen başarı ile 1996 yılında, Mercedes E-sınıfı taşıtların kapı panelleri jüt lifi takviyeli kompozitlerden üretmiştir (Netravali ve ark., 2003; Ashori, 2008; Maya ve ark., 2008). Dünyada hızla yayılan yeşil kompozitler önde gelen araba markalarının ilk tercihi olmakla birlikte Mercedes-Benz tarafından da kullanılmaktadır (Ashori, 2008; Maya ve ark., 2008; Environmental Certificate, 2003). Avrupa Birliği tarafından sunulan “European Guideline 2000/53/EG” gereğince, Avrupa’da üretilen arabaların 2005’ten itibaren en az ağırlıkça %85’inin; 2015 yılından sonra da en az %95’inin yenilenebilir malzemelerden üretilmesi zorunlu hale getirilmiştir (Ashori, 2008). Bu da, şunu gösteriyor ki yeşil kompozit gelecek asrın vazgeçilemez malzemeleri arasında olacak ve beklentiye hep en üst seviyede tutacaktır.

## 6. Kompozit Malzeme Üretimi Şekilleri

**Elle Yatırma (Hand Lay- Up):** Elyafların dokuma veya kırılmış haliyle hazırlanmış takviye kumaşları olan bir kalıp üzerine elle yatırılarak elyaf katmanlarının üzerine sıvı reçine emdirilir. Elyaf yatırılmadan önce kalıp yüzeyi temizlenerek jelkot sürülerek malzemenin yüzey kalitesi artırılır. Jelkot sertleştirildikten sonra elyafın katları jelkot üzerine yatırılır. Reçine malzemeye son aşamada sürülür ve burada elyaf kumaşa reçinenin en iyi şekilde nüfuz etmesi önemlidir. Bu teknikte polyester

ve epoksinin yanında vinil ester ve fenolik reçinelerde kullanılır. Elle yatırma yöntemi işçiliği yoğundur fakat az sayıdaki üretimler için tercih edilir (Caner, 2010).

**Püskürtme (Spray- Up):** Bu yöntem, elle yatırma yönteminin mekanik aksamlarla yapılan şeklidir. Kırılan elyaflar kalıbın yüzeyine, sertleştirici ile karıştırılmış reçineyle birlikte uygulamaya özel bir tabanca ile püskürtülür. Elyaf kırma özel tabancanın üzerinde bulunan ve tabancadan ayrı bir şekilde çalışan kırıcı ile yapılır. Püskürtmeden sonra yüzeyde oluşabilecek pürüzlerden dolayı yüzey, rulo yardımıyla düzeltilerek hazırlanmış olur (Caner, 2010).

**Elyaf Sarma (Filament Winding):** Elyaf sarma yöntemi özel bir şekli olan ürünlerin seri üretimi için kullanılmaktadır. Bu yöntem elyaf liflerinin sürekli olarak reçine ile ısıtılıp makaradan çekilerek dönmekte olan kalıbın üzerine sarılmasıyla oluşur. Liflerin makara üzerine sarılırken açılarında meydana gelen değişiklikler ürünün mekanik özelliklerini etkilemektedir. Sarılan elyaf katlarının artmasıyla ürün sertleşir ve döner kalıp üründen ayrılır. Bu yöntemle genellikle dairesel geometriye sahip tanklar ve borular gibi malzemeler üretilir (Caner, 2010).

**Reçine Transfer Kalıplama RTM/Reçine Enjeksiyonu:** Bu yöntem elle yatırma sistemi daha hızlı ve ömrünün uzun ömürlü olmasını sağlarken RTM yönteminde iki parçalı kalıp kullanılır. Çelik daha yüksek maliyetli olmasından dolayı kalıp kompozit malzemeden üretilmiştir. Bu yöntem genellikle jel kodlu veya jel kodsuz iki yüzeyinde de pürüzsüz olması gereken malzemelerde kullanılır. Takviye elemanı olarak keçe, kumaş ve bunların ikisinin birlikte kullanılır. Kalıba önce takviye malzemesi kalıbı dolduracak şekilde yerleştirilir kapatılır. Elyafın kalıbın içine sürüklenmesinin önlemek için matrisin içinde geç çözünen reçinelerle kaplanır. Kalıba basınç altında reçine pompalanır fakat bu işlem oldukça zaman alıcıdır. Matris enjeksiyonu soğuk kaplarda, ılık veya en fazla 80 dereceye kadar uygulanabilir. Bu yöntemde içerdeki havanın boşaltılması ve elyafın içine reçinenin iyice nüfuz etmesi için vakumlanabilir. Elyafın kalıba yerleştirilmesi işlemi oldukça uzun ve dikkat gerektiren bir işlem olduğundan dolayı usta bir işçilik gerektirir. Kalıbın kapalı olmasından dolayı zararlı gazlar azalır. Karmaşık parçaların üretiminde kullanılır (Caner, 2010).

**Profil Çekme/Pultruzyon (Pultrusion):** Pultruzyon işlemi sürekli sabit kesitli kompozit profil ürünlerin üretildiği maliyeti düşük maliyetli seri üretim yöntemidir. Pull ve Extrusion sözcüklerinin birleşiminden oluşmuştur. Sürekli takviye malzemesi 120-150 dereceye kadar ısıtılmış şekillendirme kalıbından önce reçine banyosuna sokulur. Kalıplar çoğunlukla krom kaplanmış çeliktir. Bu yöntemde de elyafların yönleri malzemenin mukavemetini etkilemektedir (Caner, 2010).

**Hazır Kalıplama /Compression Moding (SMC,BMC):** Hazır kalıplama içinde cam elyafı, reçine, katkı ve dolgu malzemelerini barındıran kalıplamaya hazır kalıplama bileşimleri olarak adlandırılan kompozit yapıların (SMC,BMC) sıcak pres kalıplarla yeni bir yapı oluşturulmasıdır. Bu yöntem ile karmaşık şekiller üretilebilir, farklı cidar kalınlıkları elde edilebilir. Ürünün tüm yüzeyleri kalıp ile oluşturulmaktadır. Diğer yöntemlerle elde edilemeyen delik gibi farklı yapılar elde edilebilir.

Kalıplama bileşimlerinin buzdolabında saklama koşulu ve üretilen parçaların büyük olması ve üretimi için gerekli olan makinaların maliyetli olması bu yönetime bir dezavantaj oluşturmaktadır (Caner, 2010).

**Vakum Bonding/Vakum Bagging:** Öncelikle bir kalıba yerleştirilen geniş sandviç yapıların en üstüne vakum torbası yerleştirilir. Kalıp içindeki havanın emilmesiyle vakum torbasının malzemeye 1 atmosferlik basınç uygulayarak aşağıya çeker. Kür işlemi için tüm bileşim fırına verilir. Bu yöntem genellikle elyaf sarma ve yatırma teknikleriyle bağlantılıdır. Kompozit malzeme onarım işleminde de vakum bagging yöntemi kullanılmaktadır (Caner, 2010).

## 7. Sonuç

Ekonomik gelişim, sanayinin ilerlemesi ve gelişmesiyle doğru orantılı olarak ilerlemektedir. Sanayinin ilerlemesi ülkelerin büyümesi ve refah olmasına yardım sağlamaktadır. Fakat bu büyüme gerçekleşirken çevreye verilen zararlarında en aza indirgenmesi gerekmektedir.

Üretimi istenen malzemeler genellikle ucuz, hafif, kolay şekillendirilebilmeli ve mekanik özellikleri açısından teknolojik amaçlara yönelik ihtiyaçları karşılayabilecek düzeyde olması istenmektedir. Yıllar boyu yapılan çalışmalar birbirini izlemiş ve gelişmeler sonucunda tek tip malzemenin değil de birçok malzeme bir araya getirilerek farklı tekniklerle üstün özellikli malzemeler üretilmiştir. Böylece her bir malzemenin özelliklerini tek bir malzeme de bir araya getirip daha iyi özelliklere sahip kompozit malzemeler üretilmeye başlanmıştır. Araştırmalar bununla da yetinmeyip, ilerleyen teknoloji sayesinde geliştirilen bu malzemelerin oluşturduğu çevre sorunu oluşturmayacak kompozit üretim yolu tercih etmiştir. Böylece çevre dostu yeşil kompozitler üretilmeye başlanmıştır. Zira çevre sorunu yaratmak demek üretim tesisi için ek bir atık değerlendirme maliyeti anlamına gelmektedir. Günlük yaşantımızda yeşil kompozitler çoğunlukla cerrahi, kozmetik, gıda, tarım ve otomotiv gibi çok çeşitli alanlarda kullanım olanağı sağlamaktadır. Örneğin cerrahi alanda kullanılacak olan malzeme biyo uyumluluk gerektirirken, diğer bir alan olan otomotiv sektöründe kullanılan malzemenin darbe dayanımı yüksek ve yakıt tüketiminin azalması açısından parçaların hafif olarak üretilmesi istenmektedir. Yeşil kompozitlerin en yaygın kullanım alanlarından biri de gıda sektörüdür. Örneğin plastik kaşık çatal, ambalajlama, pipet, saklama kapları olarak bu alanda karşımıza çıkmaktadır. Bu malzemelerin üretimi için doğadaki malzemeler tercih edilmekte bu sayede doğaya geri dönüşümü olabildiğinden sürekliliğin sağlanabilmesi tercih edilmektedir. Neticesinde bir ülkenin hem gelişimi, yenileşmesi ve ilerlemesi sağlanabilirken hem de doğanın ürünlerinin kullanıldığı ve doğaya tekrar kazanım sağlandığı için çevre dengesinin bozulmasının önüne geçilmiş olacaktır. Ekolojik dengeyi ve sürekliliği sağlamak açısından yeşil

kompozitlerin üretiminde biyopolimerlerin kullanımı geleceğin vazgeçilmezleri arasında görülmektedir.

## Kaynaklar

- Akçin Y., (2011).“Kompozit malzemelerin kaplanabilirliğinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Alireza Ashori, (2008). Wood-Plastic Composites As Promising Green-Composites For Automotive Industries, *Bioresource Technology* 99 4661-4667.
- Armentano I, Bitinis N., Fortunati E., Mattioli S., Rescignano N., Verdejo R., MA Lopez-Manchado, And Kenny JM.,(2013). Multifunctional Nanostructured PLA Materials For Packaging And Tissue Engineering, *Progress In Polymer Science*, 38: 1720-47.
- Ashori A.,(2008).Wood-Plastic Composites As Promising Green-Composites For Automotive Industries!, *Bioresource Technology* 99 4661-4667.
- Baysal B., (1994).Polimer Kimyası, ODTÜ, Fen-Edebiyat Fakültesi Yayınları.
- Board Nür.,(2012). Polymers And Plastics Technology Handbook. In.: Isbn 81-78 33076-8.
- Bordes P., Pollet E., And Avérous L.(2009).Nano-Biocomposites: Biodegradable Polyester/Nanoclay Systems, *Progress In Polymer Science*, 34: 125-55.
- Brar S. K., Dhillon G. S., And Socco C. R., L,(2014).Biotransformation Of Waste Biomass Into High Value Biochemicals (Springer).
- Caner E., (2010). Kompozit Malzemelere Uygulanan Deneyler <http://malzeme-bilimi-ve-muhendisligi.blogspot.com.tr/2010/02/deneyin-adi-kompozit-malzemelere.html>
- Clarival AM.,(2012).Classification And Comparison Of Thermal And Mechanical Properties Of Commercialized Polymers, In International Congress & Trade Show, The Industrial Applications Of Bioplastics, 3-5.
- Dolaştır,F.(2009).Polimer Malzemelerin Elektriksel Dirençlerinin Ve Optik Geçirgenliklerinin Ölçülmesi.
- Durgun İ., (2014, Mayıs). Vakum İnfüzyon Yöntemi İle Kompozit Parça Üretimi. Otekon'14 7. Otomotiv Teknolojileri Kongresi. Bursa.
- Environmental Certificate, Mercedes-Benz C-Class, Mercedes-Benz Resmi Belgeleri, Daimlerchrysler AG, Mercedes Car Group, Daimlerchrysler Communications, <Http://Www.Daimlerchrysler.Com> Ivens Jan., Verpoest Ignaas., Natural Fibres: Can They Replace Glass In Fibre Reinforced Plastics Composites *Science And Technology* 63 (2003) 1259-1264.
- Finkenstadt V. L., And Tisserat B.,(2010).Poly (Lactic Acid) And Osage Orange Wood Fiber Composites For Agricultural Mulch Films, *Industrial Crops And Products*, 31: 316-20.
- Flaris Vicki., And Singh Gurpreet.,(2009).Recent Developments İn Biopolymers. *Journal Of Vinyl And Additive Technology*, 15: 1-11.
- Gross, Kalra B.,(2002). Biodegradable Polymers For The Environment, *Science*, 297, 2.
- Ikada Y., And Hideto T,(2000).Biodegradable Polyesters For Medical And Ecological Applications, *Macromolecular Rapid Communications*, 21: 117-32.
- Ji X., Cheng X., Xueshen S., And Jianping C.,(2013).Modified Starch Material Of Biocompatible Hemostasi, In.: Google Patents.
- Jiménez A., María J. F., Pau T., And Amparo C.,(2015).Polysaccharides As Valuable Materials İn Food Packaging, *Functional Polymers İn Food Science: From Technology To Biology*, Volume 1: Food Packaging: 211.
- Kaya A.İ.,(1995). Atık Kâğıtlardan Geri Kazanılmış Liflerden Kompozit Malzeme Üretim Olanaklarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.(Doktora Tezi), 239p.
- Kaya A. İ., (2017).Kompozit Malzemeler Ve Özellikleri. *Putech & Composite Poliüretan Ve Kompozit Sanayi Dergisi*, 29, 38-45.
- Koronis G., Silva A., And Fontul M., (2013).Green Composites: A Review Of Adequate Materials For Automotive Applications. *Composites Part B: Engineering*, 44: 120-27.
- Lochhead R. Y.,(2007).The Role Of Polymers İn Cosmetics: Recent Trends, In *ACS Symposium Series*, 3-56. Oxford University Press.
- Maya J. J., Sabu T.,(2008).Biofibres And Biocomposites, *Carbohydrate Polymers* 71 343-364.

- Miller Stephen A.,(2013) Sustainable Polymers:Opportunities For The Next Decade, *ACS Macro Letters*, 2: 550-54.
- Mohanty A. K., Misra M., Hinrichsen G.,(2000). Biofibres, Biodegradable Polymers And Biocomposites: An Overview. *Macromol Mater Eng*, 276–277:1–24.
- Netravali A.N., Chabba S., (2003). Composites Get Greener, *Materials Today*, P. 22-29.
- Peng Bl., Dhar N., Liu Hl., And Tam Kc.,(2011).Chemistry And Applications Of Nanocrystalline Cellulose And Its Derivatives: A Nanotechnology Perspective, *The Canadian Journal Of Chemical Engineering*, 89: 1191-206.
- Rao Mg, Bharathi P., And Akila Rm., (2014).A Comprehensive Review On Biopolymers, *Sci. Revs. Chem. Commun*, 4: 61-68.
- Reddy N., Reddy R., And Jiang Q.,(2015).Crosslinking Biopolymers For Biomedical Applications, *Trends In Biotechnology*, 33: 362- 69.
- Robertson G. L.,(2016).Food Packaging: Principles And Practice (CRC Press).
- Rosato D. V., (1997).Designing With Reinforced Composites: Hanser Gardner Publications.
- Say,M., Can,G., Güler,G., Ergeldi,E.,Bayraktar,G.(2017).Biyopolimerler. <https://prezi.com/kigpiqzdu8hq/biyopolimerler/>
- Seydibeyoğlu M. Ö., (2012)A Novel Partially Biobased Pan-Lignin Blend As A Potential Carbon Fiber Precursor. *Biomed Research International*.
- Sin, Lee Tin, Abdul Razak Rahmat, And Wan Awa Rahman.,(2012). Polylactic Acid: Pla..
- Singh Akhilesh V.,(2011). Biopolymers In Drug Delivery: A Review, *Pharmacologyonline*, 1: 666-74.
- Siracusa V, Pietro R., Santina R., And Marco D. R.,(2008).Biodegradable Polymers For Food Packaging: A Review. *Trends In Food Science & Technology*, 19: 634-43.
- Sudesh K., Iwata T.,(2008). Sustainability Of Biobased And Biodegradable Plastics, *Clean*, 36(5-6), 433-442.
- Synowiecki Józef., And Al-Khateeb Nadia Ali.,(2003).Production, Properties, And Some New Applications Of Chitin And Its Derivatives.
- Wambua Paul., Ivens Jan., Verpoest Ignaas.,(2003).Natural Fibres: Can They Replace Glass In Fibre Reinforced Plastics?, *Composites Science And Technology* 63 1259-1264.
- Yoruç A. B. H., & Uğraşkan V., (2017).Yeşil Polimerler Ve Uygulamaları., *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Ve Mühendislik Dergisi*,17 017102 (318-337).
- Yu PH, Huang AL., Lo W., Chua H., And Chen GQ., (1998).Conversion Of Food Industrial Wastes Into Bioplastics. In, *Biotechnology For Fuels And Chemicals* (Springer).
- Yurttaş Ç., (2000).Afşar E., *CTP Teknolojisi*, 4. Basım, Cam Elyaf, 8-44.
- Zhou, Chengjun, And Qinglin Wu.,(2012).Recent Development In Applications Of Cellulose Nanocrystals For Advanced Polymer-Based Nanocomposites By Novel Fabrication Strategies (Intech Open Access Publisher).

## Marmara Gölü (Manisa) ve Homa Lagünü (İzmir)'nden Yakalanan Gümüş Balığı (*Atherina boyeri* Risso, 1810)'nın Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyonu

Ali İLHAN, Dilek İLHAN\*

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Bornova, İzmir, TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 07.03.2018

\*Sorumlu Yazar: d.uckun.ilhan@gmail.com

Kabul Tarihi: 07.06.2018

### Özet

Bu çalışmada, tatlısu ve tuzlusu karakterindeki iki farklı ortamdan yakalanan Gümüş balığının boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyonunun belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Balık örnekleri, Nisan 2015 döneminde, Marmara Gölü ve Homa Lagünü'nden tül ırgır ile yakalanmıştır. Marmara Gölü'nden 185 adet ve Homa Lagünü'nden 172 adet olmak üzere toplam 357 Gümüş balığı, cinsiyet farkı gözetilmeksizin incelenmiştir. Total boy ve ağırlık dağılımı Marmara Gölü'nde 5.6-8.2 cm ve 1.30-3.99 g, Homa Lagünü'nde ise 3.7-9.9 cm ve 0.32-6.30 g olarak belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi eşitlikleri Marmara Gölü için;  $W=0.0059L^{3.118}$  ( $sh(b)=0.068$ ),  $r=0.920$ , Homa Lagünü için;  $W=0.0077L^{2.925}$  ( $sh(b)=0.062$ ),  $r=0.929$  olarak hesaplanmıştır. Marmara Gölü örneklerinde pozitif allometrik, Homa Lagünü örneklerinde ise izometrik büyüme modeli gözlenmiştir. Kondisyon faktörü değerleri, Marmara Gölü örnekleri için 0.62-0.90, Homa Lagünü örnekleri içinse 0.38-0.94 aralığında değişim göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Atherina boyeri*, Boy-Ağırlık İlişkisi, Kondisyon, Marmara Gölü, Homa Lagünü

## Length-Weight Relationship and Condition of Big-Scale Sand Smelt (*Atherina Boyeri* Risso, 1810) from Marmara Lake (Manisa) and Homa Lagoon (İzmir)

### Abstract

In this study, length-weight relationship and condition of big-scale sand smelt from two different localities with freshwater and saltwater characteristics were analysed and compared. Fish samples were collected by using trawl net from both Marmara Lake and Homa Lagoon in April 2015. A total of 357 big-scale sand smelt were sampled of which 185 from Marmara Lake and 172 from Homa Lagoon were examined without regarding of sexes. Total length and weight distribution of the specimens were found to vary from 5.6 cm to 8.2 cm and 1.30 g to 3.99 g for Marmara Lake, from 3.7 cm to 9.9 cm and 0.32 g to 6.30 g for Homa Lagoon, respectively. The length-weight relationship equations were estimated as  $W=0.0059L^{3.118}$  ( $sh(b)=0.068$ ),  $r=0.920$  for Marmara Lake and as  $W=0.0077L^{2.925}$  ( $sh(b)=0.062$ ),  $r=0.929$  for Homa Lagoon. The samples from Marmara Lake showed positive allometric growth, while the samples from Homa Lagoon showed isometric growth. The condition factor value varied between 0.62 and 0.90 for Marmara Lake and varied between 0.38 and 0.94 for Homa Lagoon.

**Key words:** *Atherina boyeri*, Length-Weight Relationship, Condition, Marmara Lake, Homa Lagoon.

## 1. Giriş

Gümüş balığı (*Atherina boyeri*), yanal serideki pul sayısı, solungaç diken sayısı ve anal yüzgeçteki yumuşak ışın sayısının farklılığı ile diğer Atherinidae familyası üyelerinden ayrılır. Küçük boylu balıklar olup, sıcak denizlerde ve denizle bağlantısı bulunan göllerde yaşamını sürdürür. Başlıca gıdasını küçük krustaseler ve böcek larvaları oluşturur. Üreme periyodu Mayıs'tan Eylül'e kadar sürmektedir. Kısa ömürlü balıklardan olup, ortalama 1-2 yıl olmakla birlikte 4 yaşına kadar yaşayabilirler (Kottelat ve Freyhof, 2007). Akdeniz sahilleri boyunca, Karadeniz, Azak ve Hazar Denizi havzalarında, Portekiz, Yunanistan, İtalya ve Türkiye'nin lagüner sahaları ile göllerinde dağılım göstermektedirler. Türkiye denizlerinde yaygın olan bu tür, iç sularımıza da girmiş olup, Köyceğiz, Sapanca, İznik, Küçükçekmece ve Büyükçekmece, Eğirdir gibi göllere iyi adapte olduğu ve yoğun populasyonlar oluşturduğu bilinmektedir (Geldiay ve Balık, 2007; Özeren, 2009; Küçük ve ark., 2012; Yağcı ve ark., 2015; Saç ve ark., 2016). Gümüş balığının, kısa yaşam süresi, erken eşeyssel olgunluğa erişme, uzun üreme periyodu gibi yaşam döngüsü özelliklerine bağlı olarak, Türkiye iç suları için ciddi bir istilacılık potansiyeline sahip olduğu, ortamda yaşayan endemik türler ve ekonomik balık türleri ile rekabete girmesi halinde de biyolojik çeşitlilik ve ekosistem üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği belirtilmektedir (Ekmekçi ve ark., 2013). Küçük boylu oldukları için insan gıdası yönünden fazla önemleri olmasa da, bol miktarda avlandıklarında balık unu yapımında ve yetiştiriciliği yapılan balıklara yem olarak değerlendirilirler (Geldiay ve Balık, 2007). IUCN Red List'te LC (Least Concern=En az endişe duyulan) kategorisinde yer almaktadır (Freyhof ve Kottelat, 2008). Marmara Gölü'ndeki varlığı da ilk kez İlhan ve Sarı (2013) tarafından bildirilen Gümüş balığının göldeki populasyon yapısı hakkında henüz detaylı çalışma bulunmamaktadır.

Günümüze değin Gümüş balığının, tatlı, acı ve tuzlu sulardaki populasyonlarının eşey oranları, üremesi, beslenmesi, büyümesi, morfolojik özellikleri, yaş belirlemesi, mortalitesi, göçleri, biyometrisi ve moleküler yapısı üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Boscolo, 1970; Castel ve ark., 1977; Marfin, 1982; Henderson ve ark., 1988; Fernandez-Delgado ve ark., 1988; Rosecchi ve Crivelli, 1992; Creech, 1992; Trabelsi ve ark., 1994; Tomasini ve ark., 1996; Leonardos ve Sinis, 2000; Bardin ve Pont, 2002; Tomasini ve Laugier, 2002; Andreu-Soler ve ark., 2003; Bartulovic ve ark., 2004, 2006; Koutrakis ve ark., 2004; Sezen, 2005; Özeren, 2009; Çetinkaya ve ark., 2011; Küçük ve ark., 2012; Saç ve ark., 2015, 2016; Yağcı ve ark., 2015, Gençoğlu ve Ekmekçi, 2016; Bostancı ve ark., 2017).

Boy-ağırlık ilişkisine ait bulgular, balık biyolojisi açısından oldukça önemlidir. Boy-ağırlık ilişkisi parametreleri (a ve b), balığın boyundan ağırlığının tahmin edilmesine, kondisyon indeksinin hesaplanmasına, farklı habitatlardaki populasyonların morfolojilerinin ve yaşam süreçlerinin



karşılaştırılmasına imkan verir (Petraakis ve Stergiou, 1995). Ayrıca boy-ağırlık ilişkisi verileri ile üzerinde çalışılan türün büyüme tipi de (izometrik veya allometrik) belirlenebilir (Ricker, 1975).

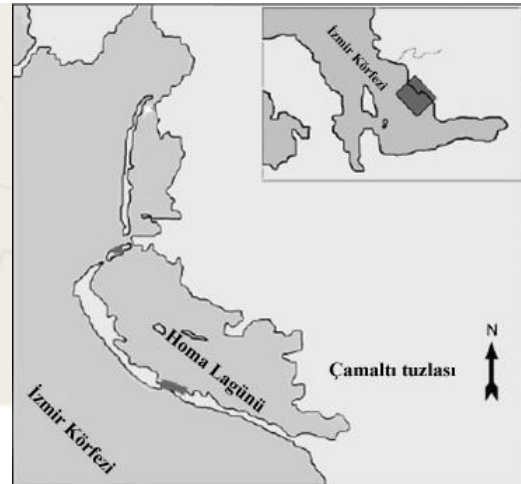
Bu çalışmada, primer deniz balığı olmakla birlikte tatlısulara oldukça başarılı şekilde adaptasyon gösteren Gümüş balığının, tipik bir tatlı su gölü olan Marmara Gölü ve tuzlusu karakterindeki Homa Lagünü'nden yakalanan bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyonunun belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Marmara Gölü, Gediz Nehri havzasında yer alan bir alüvyon set gölüdür (Şekil 1). Manisa ili, Salihli ve Gölarmara ilçeleri sınırları arasında yer alan Marmara Gölü, kapalı havza konumundayken, 1944 yılında başlayan çalışmalar sonucunda bir rezervuar şekline dönüştürülmüştür. Bu düzenlemeden sonra gölün minimum işletme kodunda alanı 31.7 km<sup>2</sup>, derinliği 0.84 m, göl tam dolu olduğunda maksimum işletme kodunda alanı 73 km<sup>2</sup>, derinliği ise 6.7 m'ye ulaşmaktadır; maksimum kodda gölün ortalama derinliği ise 4.72 m civarındadır (Altınayar ve ark., 1994). Yıllık tuzluluk değişimi % 2-3 arasında değişen tipik bir tatlısu rezervuarı durumundadır (Sarı ve ark., 2015). Homa Lagünü ise, Gediz Deltasında, İzmir Körfezi'nin kuzeybatısında yer almaktadır (Şekil 2). Yüzey alanı olarak oldukça büyük bir alanı kaplamakla birlikte, ortalama derinliği 0.5-1 m arasında değişen, en derin yerleri ise 1.5 m civarında olan sığ bir sucul alandır. Tuzluluğu mevsimlere ve yıllara göre oldukça değişkenlik göstermekle birlikte (% 38-100), tatlısu girişinin neredeyse yok denecek seviyede olması sebebiyle tuzluluk açısından tipik bir denizel ortam durumundadır (Sunlu ve Egemen, 1998; Sabancı, 2012).



Şekil 1. Marmara Gölü



Şekil 2. Homa Lagünü

Gümüş balığının sürü oluşturma davranışı göstermesi nedeniyle avcılığında ıgırıp kullanımı en etkili yöntem olarak bilinmektedir. Bu çalışmada da, balıkların örneklenmesinde kanatları 10, torbası 5 olmak üzere 25 m uzunluğunda ve 3 mm tor göz açıklığındaki tül ıgırıp kullanılmıştır. Her iki lokalitede de ıgırıpın uygulanabileceği uygun littoral bölgeler istasyon olarak seçilmiştir. Yakalanan balıklar % 4'lük formaldehit ile tespit edilerek laboratuvara getirilmiş ve cinsiyet farkı gözetilmeksizin incelenmiştir. Balıkların boy ölçümleri 1 mm hassasiyetteki balık ölçüm cetveli, ağırlık ölçümü ise 0.01 g hassasiyetteki dijital terazi ile yapılmıştır. Ayrıca ortamın tuzluluk, çözünmüş oksijen ve pH gibi parametre değerleri "WTW 3430 multiparameter" cihazı ile yerinde ölçülmüştür.

Boy-ağırlık ilişkisinin incelenmesinde  $W=a*L^b$  denkleminde yararlanılmıştır (Ricker, 1975). Burada "W" gram cinsinden balığın total ağırlığını, "L" cm cinsinden balığın total uzunluğunu, "a" ve "b" katsayıları ise büyüme parametrelerini ifade etmektedir. Fulton kondisyon faktörünün hesaplanmasında;

$$K = (W*100)/L^3$$

formülü kullanılmıştır (Bagenal, 1978). Burada "W" gram cinsinden balığın total ağırlığını, "L" cm cinsinden balığın total uzunluğunu ifade etmektedir.

Türün büyüme tipini belirlemek amacıyla;  $t_s = b - 3/sh(b)$  eşitliğinden yararlanılmıştır (Sokal ve Rohlf, 1987). Burada  $t_s$ ; t-test değeri, b; eğim değeri ve sh(b); ise (b) eğim değerinin standart hatasıdır. Büyümenin izometrik ya da allometrik olduğuna karar vermek için, hesaplanan t-test değeri tablodaki kritik değerle karşılaştırılmıştır.

Tüm hesaplamalar "Microsoft Office Excel 2003" programı kullanılarak yapılmıştır.

### 3. Bulgular

Balıkların yakalandığı dönemde tuzluluk değerleri Marmara Gölü'nde % 2, Homa Lagününde ise % 40 olarak ölçülmüştür. Marmara Gölü'nden 185, Homa Lagünü'nden 172 adet olmak üzere toplam 357 birey incelenmiştir. Örneklerin total boy, ağırlık ve kondisyon değerleri sırasıyla Marmara Gölü için 5.6-8.2 cm, 1.30-3.99 g ve 0.62-0.90 yıl<sup>-1</sup>, Homa Lagünü için 3.7-9.9 cm, 0.32-6.30 g ve 0.38-0.94 yıl<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir (Tablo 1).

Boy-ağırlık ilişkisi denklemleri Marmara Gölü için;  $W=0.0059 L^{3.1182}$  (sh(b)=0.1222),  $r=0.920$ , Homa Lagünü için;  $W=0.0077L^{2.9245}$  (sh(b)=0.0750),  $r=0.929$  olarak hesaplanmıştır. Büyüme tipi testi sonucuna göre, Marmara Gölü örneklerinin pozitif allometrik (t-test,  $t > t_{0.05}$ ,  $185=1.66$ ), Homa Lagünü örneklerinin ise izometrik (t-test,  $t < t_{0.05}$ ,  $172=1.66$ ) büyüme gösterdiği belirlenmiştir. Hem hesaplanan kondisyon faktörü değerleri hem de büyüme modeli farklılığı göz

önüne alındığında gümüş balıklarının Marmara Gölü'nde Homa Lagünü'ne göre daha iyi gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Marmara Gölü ve Homa Lagünü *A. boyeri* Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Değerleri

	n	TB (cm)	Ağ (g)	K (yıl <sup>-1</sup> )	a	b	sh(b)	r	t-test
		Min-Maks Ort±ss	Min-Maks Ort±ss	Min-Maks Ort±ss					
<b>Marmara Gölü</b>	185	5.6-8.2 6.75±0.506	1.30-3.99 2.34±0.572	0.62-0.90 0.75±0.052	0.0059	3.118	0.122	0.920	A+
<b>Homa Lagünü</b>	172	3.7-9.9 7.01±1.073	0.32-6.30 2.47±1.009	0.38-0.94 0.67±0.071	0.0077	2.925	0.075	0.929	I

TB: Total Boy, Ağ: Ağırlık, K: Kondisyon, ss: Standart Sapma, a ve b: regresyon parametreleri, sh(b): eğimin standart hatası, r: korelasyon katsayısı, t-test, A+: Pozitif Allometrik, I: İzometrik.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Literatürde gümüş balığı küçük boylu bir tür olarak tanımlanmasına rağmen 20 cm total boya ulaşabildiği de rapor edilmiştir (Billard, 1997). Çalışmada elde edilen örneklerin total boyları Marmara Gölü'nde 5.6-8.2 cm, Homa Lagünü'nde 3.7-9.9 cm arasında değişim göstermiştir. Hem Türkiye hem de Avrupa sularında türe ait çalışmalarda total boy dağılımının 0.8-12.9 cm arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Tablo 2). Boy değerleri açısından bakıldığında özellikle minimum boy değerindeki farklılık, örneklemede kullanılan araç ve yöntemden kaynaklanmış olabilir.

İlgili türün incelenen periyottaki kondisyonunu ifade eden, boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinden "a" değeri, Marmara Gölü örnekleri için 0.0059, Homa Lagünü örnekleri için 0.0077 olarak hesaplanmıştır. Günümüze değin yapılan çalışmalarda, bu değer 0.00002 - 0.0159 arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Tablo 2). Söz konusu değerde gözlenen bu farklılık, incelenen birey sayısı, lokalite ve inceleme zamanı gibi faktörlerin etkisi ile oluşmuş olabilir.

Boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki eğim "b" değeri ise çalışmamızda Marmara Gölü örnekleri için 3.118, Homa Lagünü örnekleri için 2.925 olarak hesaplanmıştır. Diğer çalışmaların sonuçları incelendiğinde söz konusu değer 2.660-3.485 arasında değişim gösterdiği ve büyük farklılıklar olmadığı görülmektedir (Tablo 2).

Türün kondisyon faktörü değerleri Marmara Gölü'nde 0.62-0.90, Homa Lagünü'nde ise 0.38-0.94 arasında değişim göstermektedir. Türün kondisyon değerinin, yapılmış olan diğer çalışmalarda 0.16-0.85 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Tablo 2). Kondisyon faktörü değerlerinde gözlenen bu farklılıklar, örnekleme zamanı, gonad gelişimi, stokların beslenme koşulları ve ortamların besin öğelerinin değişiklik göstermesi ile açıklanabilir.

Çalışmada, uygulanan büyüme tipi testi sonucuna göre Marmara Gölü örneklerinin pozitif allometrik, Homa Lagünü örneklerinin ise izometrik büyüme gösterdiği belirlenmiştir. Aynı türe ait populasyonlarda gözlenen büyüme modeli farklılığı, yakalanan birey sayısı, cinsiyet, bölge,

mevsim, habitat, midenin dolu veya boş olması, gonadların olgunluğu, bireylerin kondisyonu ve boy aralığındaki değişimler gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Tesch, 1971). Bu çalışmada da, incelenen birey sayısı ve örneklerin yakalanma zamanı benzer olmakla birlikte, iki bölgenin habitat yapılarının farklı olması büyüme tipi farklılığına neden olduğu düşünülmektedir. Nitekim, daha önceki çalışmalarda da, farklı lokalitelerden farklı büyüme tipleri rapor edilmiştir (Tablo 2).

Sonuç olarak, örihalin bir tür olan *Atherina boyeri*, denizle bağlantılı göllerde yaşamını sürdürmekle birlikte, özellikle son yıllarda tatlısu karakterindeki göllerimizde de zengin popülasyonlar oluşturmuştur (Küçük ve ark., 2012; Kırankaya ve ark., 2014; Yağcı ve ark., 2015; Gençoğlu ve Ekmekçi, 2016). Küçük boylu olmaları nedeniyle ülkemizde insan gıdası olarak değerlendirilmese de zaman zaman çeşitli Avrupa ülkelerine ihracı ile ticari bir değer yaratmaktadır. Ayrıca, Marmara Gölü'nde yeni görülmeye başlayan türün avcılığı yapılmamakla birlikte, göldeki predatör türlerden Sudak (*Sander lucioperca*) için bir besin kaynağı olması yönüyle de önem arz etmektedir. Ancak, türün beslenmesinde küçük krustaseler, kurtlar ve yumuşakçaların yanısıra balık larvalarının (Muus ve Nielsen, 1999) da yer alması göldeki balık stokları için olumsuzluk yaratabilir. Homa Lagünü tuzluluk açısından denizel ortam özelliği gösterdiği için ortamın doğal türlerinden biri konumundadır. Bu nedenle de buradaki gümüş balıklarının, ortamdaki predatör türlerin besin kaynağı olmaktan öte, ticari bir değeri yoktur.

Ayrıca, bu çalışma ile *A. boyeri*'nin Marmara Gölü'nde Homa Lagünü'ne göre daha iyi gelişim gösterdiklerinin tespit edilmesi, türün denizel kökenli olmasına rağmen tatlısulara adaptasyon başarısının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir.

**Tablo 2.** Farklı lokalitelerde *A. boyeri* türüne ait boy-ağırlık ilişkisi parametreleri ve kondisyon değerleri

Lokalite	Boy	Boy (cm) Min.-Maks.	n	a	b	sh(b)	r	k	BT	Araştırmacı	
Mesolongi ve Etolikon Lagünü (Yunanistan)	TB	1.4-10.3	426	0.0042	3.150		0.950		A+	Leonardos ve Sinis, 2000	
Rihios Lagünü (Yunanistan)	TB	2.5-10.7	158	0.0096	2.891		0.981			Koutrakis ve Tsikliras, 2003	
Mola Neretra Nehri (Hırvatistan)	TB	3.1-11.6	1200	0.0034	3.243	0.329	0.964		A+	Bortulović ve ark., 2004	
Vistonis Gölü (Yunanistan)	TB	1.3-10.5	1056	0.000002	3.220		0.980	0.53-0.63	A+	Koutrakis ve ark., 2004	
Homa Lagünü	TB	2.4-10.3	1640	0.0052	3.085		0.985	0.16-0.85		Sezen, 2005	
Cetina Nehirağzı (Hırvatistan)	TB	2.5-10.6	385	0.0095	2.850		0.981			Dulčić ve Glamuzina, 2006	
Ömerli Baraj Gölü	TB	7.7-12.9	442	0.0159	2.660	0.189	0.826		A-	Tarkan ve ark., 2006	
Küçükçekmece Gölü	TB	3.9-11.1	15	0.0035	3.310	0.139	0.992		A+	Tarkan ve ark., 2006	
İzmit Gölü	TB	0.8-11.5	922	0.0040	3.209		0.978	0.41-0.79		Özeren, 2009	
Çandarlı Körfezi (Ege Denizi)	TB	1.0-9.4	1558	0.0043	3.187		0.972			Gürkan ve ark., 2010	
Erdek Körfezi (Marmara Denizi)	TB	2.5-11.2	606	0.0045	3.215	1.034	0.974		I	Keskin ve Gaygusuz, 2010	
Marmara Denizi	TB	7.6-11.7	14	0.0015	3.485	0.220	0.992		A+	Bök ve ark., 2011	
Hirfanlı Baraj Gölü	TB	4.1-11.0	323	0.0040	3.238	0.034	0.970	0.62	A+	Kırankaya ve ark., 2014	
Marmara Gölü	TB	3.7-8.7	101	0.0084	2.908	0.050	0.971		A-	İlhan ve Sarı, 2015	
Hirfanlı Baraj Gölü (Juvenil)	TB	0.6-3.6	69	0.000002	3.500	<0.001	0.973		A+		
	(♀)	TB	3.4-11.6	288	0.000002	3.293	0.025	0.976		A+	Gençoğlu ve Ekmekçi, 2016
	(♂)	TB	2.9-8.9	264	0.000002	3.231	0.013	0.978		A+	
Marmara Gölü	TB	5.6-8.2	185	0.0059	3.118	0.068	0.920	0.62-0.90	A+	<b>Bu çalışma</b>	
Homa Lagünü	TB	3.7-9.9	172	0.0077	2.925	0.062	0.929	0.38-0.94	I		

a ve b: regresyon parametreleri, sh(b): eğimin standart hatası, r: korelasyon katsayısı, k: kondisyon faktörü, BT: büyüme tipi (A+: Pozitif Allometrik, A-: Negatif Allometrik, I: İzometrik).

## Kaynaklar

- Altınayar, G., Yıldırım, S., Ertem, B., ve Aydoğan, F. (1994). *Marmara Gölünde Su Yabancı Otları Sorunları Nedenleri ve Çözüm Yolları Üzerine Çalışmalar*. DSİ Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ot Kontrolü ve Bitkisel Kaplama Şube Müdürlüğü, 191 s.
- Andreu-Soler, A., Oliva-Paterna, F. J., Fernandez-Delgado, C., and Torralva, M. (2003). Age and growth of the sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso, 1810), in the Mar Menor coastal lagoon (SE Iberian Peninsula). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 202-208. DOI: 10.1046/j.1439-0426.2003.00477.x.
- Andreu-Soler, A., Oliva-Paterna, F. J., and Torralva, M. (2006). A review of length-weight relationships of fish from the Segura River basin (SE Iberian Peninsula). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 295-296. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00719.x.
- Bagenal, T. (1978). Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. *Blackwell Scientific Publications*, London, 365 pp.
- Bardin, O., and Pont, D. (2002). Environmental factors controlling the spring immigration of two estuarine fishes *Atherina boyeri* and *Pomatoschistus* spp. into a Mediterranean lagoon. *Journal of Fish Biology*, 61 (3): 560-578. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2002.tb00896.x.
- Bartulovic, V., Glamuzina B., Conides A., Dulčić J., Lučić, D., Njire J., and Kozul, V. (2004). Age, growth, mortality and sex ratio of sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of the Mala Neretva River (middle-eastern Adriatic, Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 427-430. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2004.00560.x.
- Bartulović, V., Glamuzina, B., Conides, A., Gavrilović, A., and Dulčić, J. (2006). Maturation, reproduction and recruitment of the sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of Mala Neretva River (Southeastern Adriatic, Croatia). *Acta Adriatica* 47 (1): 5-11.
- Billard, R. (1997). *Les poissons d'eau douce des rivières de France. Identification, inventaire et répartition des 83 espèces*. Lausanne, Delachaux & Niestlé, 192p.
- Boscolo, L. (1970). Osservazione sulla biologia e sulla pesca dell' *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Osteichthyes, Atherinidae) vivente nelle acque dell' Alto Adriatico. *Bolletino di Pesca Piscicola Idrobiologica*, 25, 61-67.
- Bostancı, D., Yedier, S., Kondaş, S., Kurucu, G., Polat, N. (2017). Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 11-16.
- Bök, T. D., Göktürk, D., Kahraman, A. E., Aliçlı, T. Z., Acun, T., and Ateş, C. (2011). Length-weight relationships of 34 fish species from the Sea of Marmara. Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (23): 3037-3042. DOI: 10.3923/javaa.2011.3037.3042.
- Castel, J., Cassifour, P., and Labourg, P. J. (1977). Croissance et modifications du regime alimentaire d'un teleosteen Mugiliforme: *Atherina boyeri* Risso, 1810. *Dans les etangs saumâtres du bassin d'Arcachon, Vie et Milieu*, Series (3-A) 27, 385-410.
- Çetinkaya, S., Uysal, R., Yeğen, V., Cesur, M., and Bostan, H. (2011). The growth characteristics of sand smelt (*Atherina boyeri*, Risso 1810) in Lake İznik (Türkiye). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11: 641-648. DOI: 10.4194/1303-2712-v11\_4\_19.
- Creech, S. (1992). A study of the population of *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Aberthaw Lagoon, on the Bristol Channel, in South Wales. *Journal of Fish Biology*, 41(2): 277-286. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1992.tb02657.x.
- Dulčić, J., and Glamuzina, B. (2006). Length-weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 254-256. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00633.x.
- Ekmekçi, F. G., Kırankaya, Ş. G., Gençoğlu, L., Yoğurtçupğlu, B. (2013). Türkiye İçsularındaki İstilacı Balıkların Güncel Durumu Ve İstilanın Etkilerinin Değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 28:105-140.
- Fernandez-Delgado, C., Hernando, J. A., Herrera, M., and Bellido, M. (1988). Life history patterns of the sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in the estuary of the Guadalquivir River, Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 27: 697-706. doi:10.1016/0272-7714(88)90076-5.
- Freyhof, J., Kottelat, M. 2008. *Atherina boyeri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008:e.T2352A9434124. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T2352A9434124.en>. (Erişim Tarihi: 27 Eylül 2016).

- Geldiay, R., and Balık, S. (2007). *Türkiye Tatlısu Balıkları*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları no: 46 Ders Kitabı Dizini no: 16 Bornova-İzmir 644 s.
- Gençoğlu, L., and Ekmekçi, F. G. (2016). Growth and reproduction of a marine fish, *Atherina boyeri* (Risso 1810), in a freshwater ecosystem. *Turkish Journal of Zoology*, 40: DOI: 10.3906/zoo-1406-42.
- Gürkan, Ş., Bayhan, B., Akçınar, S. C., and Taşkavak, E. (2010). Length-weight relationship of fish from shallow waters of Çandarlı Bay (North Aegean Sea, Turkey). *Pakistan Journal of Zoology*, 42 (4): 495-498.
- Henderson, P. A., Holmes, R. H. A., and Bamber, R. N. (1988). Size-selective overwintering mortality in the sand smelt, *Atherina boyeri* Risso and its role in population regulation. *Journal of Fish Biology*, 33 (2): 221-233. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1988.tb05465.x.
- İlhan, A., ve Sarı H. M. (2013). Marmara Gölü Balık Faunası ve Balıkçılık Faaliyetleri. *Ege J Fish Aqua Sci* 30 (4): 187-191. DOI: 10.12714/egejfas.2013.30.04.08.
- İlhan, A., and Sarı, H. M. (2015). Length-Weight Relationships of Fish Species in Marmara Lake, West Anatolia, Turkey. *Croatian Journal of Fisheries*, 73 (1): 30-32. <http://dx.doi.org/10.14798/73.1.784>.
- Keskin, Ç., and Gaygusuz, Ö. (2010). Length-weight relationships of fishes in shallow waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey). *IUFS Journal of Biology*, 69 (2): 87-94.
- Kırankaya, Ş. G., Ekmekçi, F. G., Yalçın-Özdilek, Ş., Yoğurtçuoğlu, B., and Gençoğlu, L. (2014). Condition, Length-Weight and Length-Length Relationships for Five Fish Species from Hirfanlı Reservoir, Turkey. *Journal of Fisheries Sciences.com* 8(3): 208-213. DOI: 10.3153/jfsc.com.201426.
- Kottelat, M., and Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 p.
- Koutrakis, E. T., and Tsikliras, A. C. (2003). Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 258-260. DOI: 10.1046/j.1439-0426.2003.00456.x.
- Koutrakis, E. T., Kamidis, I. N., and Leonardos D. I. (2004). Age, growth and mortality of a semi-isolated lagoon population of sand smelt, *Atherina boyeri* (Risso, 1810) (Pisces: Atherinidae) in an estuarine system of northern Greece. *Journal of Applied Ichthyology* 20 (5): 382-388. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2004.00583.x.
- Küçük, F., Güçlü, S. S., Gülle, İ., Güçlü, Z., Çiçek, N. L., & Diken, G. (2012). Reproductive features of big Scale-sand Smelt, *Atherina boyeri* (Risso, 1810), an exotic fish in Lake Eğirdir (Isparta, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12: 729-733. DOI: 10.4194/1303-2712-v12\_3\_22.
- Leonardos, I., and Sinis, A. (2000). Age, growth and mortality of *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). *Fisheries Research*, 45: 81-91.
- Marfin, J. P. (1982). Les problemes au polymorphisme de l'espece *Atherina boyeri* Risso, 1810. *Cybiurn*, 6(4), 19-26.
- Muus, B.J. and J.G. Nielsen, 1999. Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedehusene, Denmark. 340 p.
- Özeren, S. C. (2009). Age, Growth and Reproductive Biology of the Sand Smelt *Atherina boyeri*, Risso 1810 (Pisces: Atherinidae) in Lake İznik, Turkey. *Journal of Fisheries International* 4 (2): 34-39.
- Petrakis, G., and Stergiou, K. I. (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21: 465-469.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 1-382.
- Rosecchi, E., and Crivelli, A. J. (1992). Study of a sand smelt (*Atherina boyeri* Risso, 1810) population reproducing in fresh water. *Ecology of Freshwater Fish*, 1 (2): 77-85. DOI:10.1111/j.1600-0633.1992.tb00076.x.
- Sabancı, F. (2012). An illustrated survey on the morphological characters in three species of the diatom genus *Mastogloia* (Bacillariophyceae). *Turkish Journal of Botany* 36: 727-737. DOI:10.3906/bot-1111-18.
- Saç, G., Gaygusuz, Ö., and Tarkan, A. S. (2015). Reoccurrence of a commercial euryhaline fish species, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Atherinidae) in Büyükçekmece Reservoir (İstanbul, Turkey). *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research* 1(4): 203-208. DOI: 10.3153/JAEFR15020.
- Saç, G., Aydoğan, K., Özuluğ, O., and Özuluğ, M. (2016). Resettlement of *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Büyükçekmece Reservoir (İstanbul, Turkey). *FishTaxa*, 1(1): 27-28.
- Sarı, H. M., Ustaoglu, M. R., ve İlhan, A. (2015). *Marmara Gölü Balık Faunasının Günümüzdeki Durumu, Bölgesel ve Mevsimsel Dağılımları*. E.Ü. Bilimsel Araştırma Proje Raporu, No: 2011/SÜF/040. 31 s.
- Sezen, B. (2005). *İzmir Homa Lagünü Gümüş Balığı (Atherina boyeri Risso, 1810) Populasyonunun Biyolojik Özelliklerinin İncelenmesi*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. (Yüksek Lisans Tezi), 85 s.

- Sokal, R. R., and Rohlf, F. J. (1987). *Introduction to Biostatistics*, 2 nd Edition. Freeman, New York, 363 p.
- Sunlu, U., and Egemen, Ö. (1998). Investigation on the pollution situation and the heavy metal levels of some commercial fish in Homa Fisheries Lagoon and the different region of İzmir Bay (Aegean Sea). *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (3-4): 241-261.
- Tarkan, A. S., Gaygusuz, Ö., Acıpınar, H., Gürsoy, Ç., and Özuluğ, M. (2006). Length-weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 271-273. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00711.x.
- Tesch, F. W. (1971). Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh waters. W. E. Ricker (Ed.). *Blackwell Scientific Publications*, Oxford, pp. 99–130.
- Tomasini, J. A., Collart, D., and Quignard, J. P. (1996). Female reproductive biology of sand smelt in brackish lagoons of southern France. *Journal of Fish Biology*, 49(4): 594-612. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb00057.x.
- Tomasini, J. A., and Laugier, T. (2002). Male reproductive strategy and reserve allocation in sand smelt from brackish lagoons of southern France. *Journal of Fish Biology*, 60(3): 521-531. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2002.tb01681.x
- Trabelsi, M., Kartas, F., and Quignard, J. P. (1994). Comparaison du regime alimentaire d'une population marine et d'une population lagunaire d'*Atherina boyeri* des cotes Tunisiennes. *Vie Milieu*, 44(2): 117-123.
- Yağcı, M. A., Alp, A., Yağcı, A., Cesur, M., and Bilgin, F. (2015). Growth and reproduction of sand smelt *Atherina boyeri* Risso, 1810 in Lake Egirdir, Isparta, Turkey. *Indian Journal of Fisheries* 62(1): 1-5.



## **Yaşlıların Mekân ve Mobilya Kullanımında Karşılaştıkları Sorunlar ve Çözüm Önerileri Analizi**

Ahmet Mustafa ÖZTÜRK<sup>1\*</sup>, Hamza ÇINAR<sup>2</sup>, Erhan İŞLER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Giresun, Türkiye

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği, Ankara, Türkiye

**Geliş Tarihi:** 15.12.2017

**Kabul Tarihi:** 13.03.2018

\***Sorumlu Yazar:** ahmet.mustafa@giresun.edu.tr

### **Özet**

Bilim ve teknolojik gelişmeler sonucunda insan yaşamı uzamakta ve toplumda yaşlı nüfusu artmaktadır. Ülkemizde yaşlı nüfusun hızla artması ve yaşam sürecinin uzaması, yaşlı insanların kendi yaşam mekânlarındaki şartların incelenerek iyileştirilmesi beklentisini de arttırmaktadır. Bu görüşten yola çıkılarak bu çalışmada yaşlıların mekân ve mobilya kullanımında karşılaştıkları sorunların belirlenmesi amaçlanmıştır. Yaşlıların yaşadıkları mekânlarda ve kullandıkları mobilyalarda karşılaştıkları problemleri tespit edilmesine yönelik hazırlanan anket, Giresun ilinde yaşları 65 ve üzerinde olan 73 kişiye uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular yaşlıların mutfak, yatak odası, salon, çalışma odası, antre gibi iç mekan alanlarında çok zorluk yaşamadıklarını banyo, tuvalet gibi alanlarda sıkıntı yaşadıklarını göstermiştir. Ayrıca yaşlı bireylerin sosyal faaliyetleri gerçekleştirirken büyük oranda zorlandığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda yaşlıların yaşam alanlarını düzenlerken gerekli tedbirlerin alınması, evlerde yaşlı bireylere yönelik iç mekân tasarımının yapılması, sosyal alanlarda yaşlı bireylerin kolaylıkla kullanılabileceği tasarımlar geliştirilerek önlemler alınması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yaşlılık, Mekân tasarımı, Mobilya, Sorunlar.

## **An Analysis of Problems and Solutions in Interiors and Furniture use for the Elderly**

### **Abstract**

Scientific and technological developments result to extend to human life and the elderly population which is increasing in society. The extension of the life cycle and the rapid increase in the elderly population also increase the expectations of older people to improve their living conditions by examining venues. Starting from this vision, this study aims to determine the problems of elderly people in use of furniture and interiors. A survey questionnaire was prepared to identify the problems of elderly people while using furniture and interiors and implemented in the province of Giresun ages ranging between 50 and 95 with 73 people. The findings obtained from the study of indicate that elderly people has less difficulties in areas such as bedroom, living room, offices, entrances while they have more difficulties in kitchen, bathroom and toilet in use. It was also observed that the difficulty in performing largely social activities of the elderly. As a result, the necessary precautions should be taken when editing the habitat of the elderly, making the interior design for the elderly at home, in the area of social measures by developing design that can be easily used in the elderly is recommended.

**Keywords:** Elderly, Interior Design, Furniture, Problems.

## 1. Giriş

S.E.C.A. & Milliyet'in büyük ansiklopedisinde "...kişinin bedensel, zihinsel gücünün çeşitli ölçülerde azalmasıyla belirginleşen döneme yaşlılık adı verilir" (Milliyet&S.E.C.A., 1991). Bu dönemi Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 65 yaş ve üstü dönem olarak kabul etmiştir. 1992'de yapılan WHO istatistiklerine göre Dünya nüfusunun %6,3'ü 65 yaş ve üstüdür. Nüfus tahminleri hesaba göre 2034 yılında Avrupa nüfusunun %26'sını yaşlı nüfus oluşturacaktır. 2000'li yıllara gelindiğinde gelişmekte olan ülkelerin toplam nüfus artışının %88, yaşlı nüfus artışının ise %123 olacağı tahmin edilmektedir (Durgun ve Tümerdem, 1999). TÜİK verilerine göre 2016 yılında Türkiye'de yaşlı nüfus %8,3 oranındadır. Nüfus Projeksiyonları ile yapılan hesaba göre bu oranın 2023 yılında %10,2 2050 yılında %20,8 2075 yılında ise %27,7 olacağı tahmin edilmektedir (ASPB, 2017).

Yaşlanma kavramı genellikle gelişmiş ülkelerin sorunu olarak düşünülse de gelişmeye açık ülkelerinde bu sorunla ilgilenmesi gerekmektedir. Yüzyılımızda sanayileşmeyle birlikte sağlık koşulları iyileşmiş, doğurganlık azalmış ve kaliteli yaşam koşulları oluşmuştur. Bu gibi gelişmelerde yaşlılık oranının artmasında etkili olmuştur. Yaşanan birçok gelişmeye rağmen yaşlıların sosyal haklarıyla ilgili sorunlar genellikle göz ardı edilmektedir (Kalınkara, 2014).

İnsan sağlığına olan etkileri nedeniyle sağlıklı yaşamın temel öğelerinden biri olan konutun niteliği ve düzenlenmesi yaşlı refahı açısından önemlidir (Şafak ve ark., 2005). Yaşlıların özel durumları nedeniyle yaşam ortamı insan sağlığını desteklemeli ve korumalıdır. Çünkü yaşlılar sıklıkla ev kazalarına karışmaktadırlar. Yaşlıların sosyal hayata katılabilmeleri için mekânlar da karşılaşılabilecekleri olumsuz etkenler giderilmelidir. Bu etkenlerin bir kısmına doğrudan yaşlının kendisi veya ailesi tarafından önlemler alabilirken, diğer kısmı için bütün toplumun duyarlı olması gereklidir (Kaptanoğlu, 2012). Örneğin akıllıca ayarlanmış kapı giriş veya dönüş mesafeleri, platformlar ve kavrama gibi fonksiyonlara getirilecek basit ve bir o kadar etkili çözümlerle, başta yaşlılar olmak üzere özel gruplarda yer alan kişilere sağlıklı yaşam alanı sunmayı mümkün kılacaktır. Mekânsal problemlerin, mekânı kullanan kişilerin özelliklerine göre özel çözümlerle yeniden tasarlanıp ve uygulanmasıyla özel bireyler topluma kazandırılabilir (Yalım, 2007).

Bu çalışmada yaşlıların iç-dış mekân ve mobilya kullanımında yaşadıkları sorunların zorluk derecesine göre tespit edilmesi, analizinin yapılması ve çözüm önerilerinin belirlenerek geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yukarıda belirtilen görüşler ışığında mevcut durumu saptamak, sorunları ve beklentileri dile getirmek amacıyla yaşlılara yönelik anket çalışması düzenlenmiştir. Birinci bölüm yaşlı bireylerin konutlarında bulunan mevcut mobilya, donatı elemanı ve iç mekân tasarımlarıyla ilgili memnuniyetlerini belirlemeye yönelik olarak, ikinci bölüm ise yaşlıların ne derecede sosyal faaliyetleri yerine getirebildiklerinin ve bu faaliyetleri yerine getirirken karşılaştıkları güçlükleri belirlemeye yönelik hazırlanmıştır.

## **2. Araştırma Yöntemi**

### **2.1. Amaç**

Bu çalışmada yaşlıların mekân ve mobilya kullanımında karşılaştıkları sorunların belirlenmesi, kolaylık-zorluk derecelerine göre analiz edilmesi, bu alanlardaki kullanım eğilimlerinin tanımlanması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi amaçlanarak yaşlı insanların yaşam kalitelerinin arttırılmasına yönelik tespitlerin yapılması hedeflenmiştir.

### **2.2. Materyal Yöntem**

Çalışmanın amaçlarına ulaşmak için yöntem olarak araştırma anketi yapılmıştır. Araştırmanın uygulama evresini Giresun’da yaşları 65 ila 95 arasında değişen araştırmaya katılmayı kabul eden 73 yaşlı birey oluşturmaktadır. Araştırma grubu ile kendi konutlarında birebir görüşülerek konutları hakkında genel bilgi alınmış ve mekân ve mobilya kullanımına ilişkin memnuniyet durumları tespit edilmiştir.

Görüşmelerde araştırma amacına ulaşabilmek için katılımcılara araştırma ile ilgili kapsamlı bilgi verilmiştir. Anket “İç Mekânlar” ve “Sosyal Faaliyetler” başlıkları altında iki bölümden ve konutlarında bulunan mevcut mobilya, donatı elemanı ve iç mekân tasarımlarıyla ilgili memnuniyetlerini belirlemeye yönelik olarak zorluk ve kolaylık derecesini gösteren sorulardan oluşmaktadır.

### **2.3. Verilerin Toplanması**

Yaşlıların mekân ve mobilya kullanımında karşılaştıkları sorunlarla ilgili verilere erişebilmek için bir anket çalışması yapılmıştır. Araştırma grubu ile yüz yüze görüşülerek araştırma hakkında bilgi verilerek ve anketi doldurmaları istenmiştir. Mekân ve mobilya kullanımında karşılaştıkları sorunlarla ilgili zorluk düzeyini belirleyici sorular sorulmuştur. Bu sorularda ‘imkansız, çok zor, zor, kolay ve çok kolay’ olmak üzere beş farklı zorluk-kolaylık düzeyi belirlenmiştir.

### **2.4. Verilerin Değerlendirilmesi**

Uygulama verileri toplandıktan sonra incelenmeye tabi tutulmuş, bir anlam bütünlüğü oluşturacak şekilde düzenlenerek sıralanmıştır. Veriler bilgisayar ile daha açıklayıcı ve anlaşılabilir olması açısından Microsoft Excel programlarından faydalanılarak yüzdeler tablo haline getirilmiştir.

Daha sonra tablolar yorumlanarak birbirleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmada, verilerin nitel analizi, araştırmanın hedeflerini belirlemek için eldeki verilerin incelenmesi ve sınıflandırılmasından oluşmaktadır.

### 3. Bulgular

Araştırmanın yapıldığı katılımcılar 65 yaşın üzerindedir. Bu katılımcılardan 65-75 yaş grubuna dâhil 34, 76-85 yaş grubunda 21, 86 ve sonrasında ise 18 katılımcı bulunmaktadır. Çalışmaya katılanların 32'si erkek, 41'i ise kadındır.

**Tablo 1.** Katılımcı Bilgileri

Cinsiyet	Sayı	Medeni Durum	Sayı
<b>Bay</b>	<b>32</b>	<b>Evli</b>	<b>59</b>
<b>Bayan</b>	<b>41</b>	<b>Bekar</b>	<b>14</b>
<b><u>Yaş Dağılımı</u></b>	<b><u>Sayı</u></b>	<b><u>Eğitim Durumu</u></b>	<b><u>Sayı</u></b>
<b>65 - 75</b>	<b>34</b>	<b>İlkokul</b>	<b>72</b>
<b>76 - 85</b>	<b>21</b>	<b>Lise</b>	<b>1</b>
<b>86 ve üzeri</b>	<b>18</b>	<b>Ön Lisans</b>	<b>--</b>
		<b>Lisans</b>	<b>--</b>

Yaşlı bireylerin yaşamsal ihtiyaçlarının giderilmesinde konut içi ve konut dışı eylemsel gereksinimlerinde mekân, mobilya ve iç donatı elemanlarının kullanımlarında yaşadıkları zorluk/sorunlara yönelik veriler tablolar halinde verilmiştir.

Katılımcıların oturdukları konut tipleri ve mülkiyet durumlarına ilişkin veriler Tablo 2'de, katılımcıların oturdukları konutların büyüklüklerine ilişkin veriler Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Konut Tipi ve Oturum Konumu

Konut Türü	%		
	Kira	Kendine Ait	Lojman
Apartman Dairesi	%11	%14	%8
Müstakil Tek Katlı Konut	--	%20	----
Müstakil Çok Katlı Konut	%3	%42	----
Diğer	%1	%1	

**Tablo 3.** Konut Büyüklüğü

Konut	%	m <sup>2</sup>
1+1	4	60
2+1	18	90
3+1	73	160
4+1	4	199
+5	1	+200

Tablo 2 verilerine göre; oturlan konutların %45’lik kısmı müstakil çok katlı konutlarda, %20’lik oranının müstakil tek katlı ve %33’lük oranın ise müstakil apartman dairesinde yaşadıkları söylenebilir. Katılımcıların %77’sinin kendi konutuna sahip olduğu, %23’ünün ise kiralık konutlarda ikamet ettikleri tespit edilmiştir. Tablo 3 verilerine göre katılımcıların %4’ü 60 m<sup>2</sup>’lik 1+1 konutlarda, %73’ü 160 m<sup>2</sup>’lik 3+1 konutlarda, %18’i 90 m<sup>2</sup>’lik 2+1 konutlarda ikamet ederken %5’lik kısmı da 199 m<sup>2</sup> ve üzeri 4+1 konutlarda yaşamını sürdürmektedir. Konutta donatı elemanları kullanımına ilişkin memnuniyet verileri Tablo 4’te verilmiştir.

**Tablo 4.** Konuta Ulaşımında Donatı Elemanlarına İlişkin Memnuniyet Durumu

Elemanlar	%				
	Çok Kolay	Kolay	Zor	Çok Zor	İmkânsız
Merdiven	23	25	25	12	15
Rampa	4	5	15	7	63
Asansör	8	13	10	3	66
Yangın Merdiveni	3	3	10	7	77
Dış Kapı	42	25	18	3	12
Koridorlar	38	25	29	5	3
Aydınlatma	45	30	17	5	3
Ev Kapısı	47	31	15	7	-
Anahtar Kullanımı	49	27	19	4	1
Diğer	20	1	1	-	-

Tablo 4 verilerine göre; katılımcıların %52’lik bir kısmı merdivenden memnun olmamakla birlikte kullanırken zorluk yaşadıklarını belirtmektedirler. Yine katılımcı grubu rampa (%66), asansör (%51) kullanımını imkânsız olarak belirtmiştir. %77’lik oran ile yangın merdiveni kullanımını imkânsız olduğu tespit edilmiştir. Dış kapı kullanımında (%57) çok kolay, kolay, koridorların kullanımında %53’lük bir oran kolay ve çok kolay olarak belirtirken, %34’lük bir kısım ise zor, çok zor olduğunu belirtmiştir. Aydınlatma %75’lik bir kullanıcı grubu tarafından, ev kapısının kullanımı ise %78’lik bir katılımcı grubu tarafından kolay veya çok kolay olarak belirtilmiştir. Anahtar kullanımında %23’lük bir katılımcı grubunun zorluk yaşadığı görülmektedir.

Konutlarda yaşamsal ihtiyaçları karşılamada kullanılan mutfak, yatak odası, banyo, wc, salon, çalışma odası ve antre mekanlarına yönelik katılımcılardan elde edilen veriler Tablo 5’te gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Mutfak, Yatak Odası, Banyo, Wc, Salon, Çalışma Odası, Antre Kullanımına İlişkin Memnuniyet Durumu

		%				
Fiziksel İhtiyaçlar		Çok Kolay	Kolay	Zor	Çok Zor	İmkânsız
Mutfak	Yemek Pişirme	44	15	15	18	8
	Yemek Yeme	47	33	12	5	3
	Bulaşık Yıkama	40	22	18	12	8
	Buzdolabı kullanımı	51	23	13	12	1
	Üst dolapları kullanma	----	18	21	55	6
	Alt dolapları kullanma	37	14	16	23	10
	Köşe dolapları kullanma	49	19	18	7	7
Yatak odası	Uyuma	45	12	22	14	7
	Makyaj yapımı	51	35	10	1	3
	Elbise değiştirme	41	7	19	29	4
	Elbise dolabından eşya alma- yerleştirme	48	26	18	4	4
	Şifonyer kullanma	45	21	27	3	4
	Komodini kullanma	48	33	10	5	4
Banyo	Yıkama	48	15	26	8	3
	Küvet kullanımı	46	33	10	8	3
	Duşa-kabin kullanımı	48	15	26	8	3
	Banyo sonrası kurulanma	37	8	18	7	30
	Lavaboda el- ayak yıkama	36	8	26	5	25
	Abdest alma	50	11	3	7	30
WC	Tuvalet kullanımı	44	14	30	12	----
	Alaturka – Alafranga	50	15	22	13	----
Salon	Oturma	49	19	27	5	----
	TV seyretme	53	18	21	7	1
	Kumanda	60	34	5	---	1
Çalışma Odası	Bilgisayar Kullanma	3	37	59	-----	1
Antre	Ayakkabı giyme-çıkarma	57	26	13	3	1
	Ayakkabı bakımı	36	11	----	1	52
	Mont, kaban asma	18	33	37	12	----
	Cüzdan ve Anahtara ulaşım	48	19	13	10	10
	Depolama (Çanta valiz)	47	34	15	4	-----

Tablo 5 verilerine göre, katılımcıların mutfak bölümü kullanımında genel olarak zorlanmadıkları, ancak üst dolap kullanımında katılımcıların %76'lık kısmının zor veya çok zor cevabını, %6'lık bir kısmının ise imkansız cevabını verdiği belirlenmiştir.

Yatak odası kullanımında, elbise değiştirme faaliyeti için katılımcıların %29'luk kısmı zor, %4'lük kısmı çok zor derken; uyuma, makyaj yapma, elbise değiştirme, elbise dolabından eşya alma- yerleştirme, şifonyer kullanma, komodin kullanma gibi faaliyetlerde %40 ve üzeri bir katılımcı grubu çok kolay cevabını vermiştir.

Banyo yıkama %48, Küvet kullanımı %46, Duşa-kabin kullanımı %48, Banyo sonrası kurulanma %37, Lavaboda el-ayak yıkama %36, Abdest alma %50 çok kolay olarak görülürken, yine

Lavaboda el- ayak yıkama %46, Banyo sonrası kurulanma %55, Abdest alma %40 zor, çok zor ve imkansız olarak tespit edilmiştir.

Tuvalet kullanımını %44 çok kolay, %14 kolay, %30 zor, %12 çok zor oranındadır.

Salonda oturmada %68 'inin, TV seyretmede %71'inin, Kumanda kullanımında %94'ünün zorluk yaşamadığı, yine yaşlı bireylerin Oturmada %32'sinin, TV seyretmede 28'inin günlük çektiği görülmektedir.

Çalışma odasında bilgisayar kullanımında yaşlı bireyler %59'luk bir oranla zorluk çektiklerini ifade etmişlerdir.

Antrede Ayakkabı giyme- çıkarmada %57'lik kısım zorluk çekmediğini ifade ederken, ayakkabı bakımında %53, mont-kaban asmada %49, cüzdan ve anahtara ulaşmada %33 oranında yaşlı bireyin zorluk yaşadığı görülmüştür. Katılımcıların konutlarındaki mobilya kullanımına ilişkin kolaylık/zorluk verileri Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** Mobilya Kullanımına İlişkin Güçlük Düzeyleri



Mobilyalar	%				
	Çok Kolay	Kolay	Zor	Çok Zor	İmkânsız
Yemek Masası	56	38	4	1	1
Bilgisayar Masası	28	17	7	7	41
Elbise Dolabı	46	20	16	5	13
Mutfak Dolapları	49	22	22	3	4
Tuvalet Masası	48	22	14	4	12
Yatak	53	32	7	7	1
Vestiye	47	28	18	4	3
Konsol	45	30	15	5	5
Sandalye	52	39	7	1	1
Koltuk	52	38	8	1	1

Tablo 6 verilerine göre “Yemek Masası, Mutfak dolapları, Tuvalet masası, Vestiye, Yatak, Konsol, Sandalye, Koltuk Kullanımı” çoğunluk tarafından kolay-çok kolay olarak nitelendirilmiştir,

Bilgisayar masası kullanımını %14'lük kısım zor-çok zor ve %41'lik katılımcı grubu imkansız olarak belirtmiştir.

Katılımcıların kullandıkları tuvalet türü ile seçmek istedikleri tuvalet türünü gösteren veriler ve tercih etme nedenleri Tablo 7'de gösterilmiştir.

**Tablo 7.** Kullanılan Tuvalet Türü ile Tercih Edilen Tuvalet Türü ve Tercih Nedenleri

	Kullandığınız tuvalet taşı türü	Seçme olasılığınız olsa idi, tercihiniz
Alaturka Tuvalet 	%93	%65
Alafranga Tuvalet 	%52	%93
<p>Katılanların %93'ünün evinde alaturka , %52'sinin alafranga olduğu , %45'inin ise hem alaturka hem de alafranga tuvalete sahip olduğu tespit edilmiştir.</p> <p>Seçme olasılığı olsa ile ilgili anketimize %65'i alaturka tuvalet , %93'ü alafranga tuvalete sahip olmak istediği , %58'inin ise hem alaturka hem alafranga tuvalete sahip olmak istediği tespit edilmiştir.</p>		
<b><u>Çünkü</u></b>		
Kullanım kolaylığı yada Zorluk Derecesi		

	%				
	Çok Kolay	Kolay	Zor	Çok Zor	İmkânsız
Etmenler					
Oturuş / Kalkış kolaylığı	41	11	42	5	1
Geçmişten gelen alışkanlık	51	25	12	8	4
Kültür boyutu	49	18	21	5	7
Sağlık açısından uygunluk	42	33	20	5	---
Taharetlenme/temizlenme	56	28	15	1	----
Taşın kolay Temizlenmesi	55	17	20	7	1
Su sıçraması	49	19	28	4	----
İdrar/gaita vs sıçraması	49	8	32	11	----
Temiz/kirlilik hissi	49	23	24	4	----
Fiyat	49	19	25	3	4
Hijyen	56	19	21	3	1
Bulaşıcı hastalıklardan korunma	54	26	16	3	1
Yaygın kullanımı	53	20	16	4	7
Uygulama kolaylığı	54	20	18	4	4
Yer kazanımı	55	29	12	3	1

Tablo 7 verilerine göre katılımcılardan 50 kişi alaturka tuvalet, 23 kişi ise alafranga tuvalet kullanmaktadır. Seçme şansı sorulduğunda ise katılımcıların %68 gibi büyük bir oranının alafranga tuvaleti tercih ettiği görülmüştür.



Tuvalet taşı seçiminde yaşlıların daha çok alafranga tuvaleti tercih etmek istediği bunun nedeninin de oturuş-kalkış rahatlığı ve kolay kullanımından kaynaklandığı görülmektedir.

Verilerine göre %52'lik katılımcı grubu tercih ettiği tuvalet türünün oturuş kalkış kolaylığı sağladığını, 76'lık grup tercihinde geçmişten gelen alışkanlığın etkili olduğunu, kültür boyutunun 67'lik katılımcı grubu tarafından etken olarak görüldüğü belirtilmiştir.

75'lik katılımcı grubu, tercih ettiği tuvalet türünde sağlık açısından uygunluğun ve taharetlenmenin kolay olduğunu belirtmiştir. 16'lık katılımcı grubu tercih ettiği tuvalet türünde sağlık açısından uygunluğun ve taharetlenmenin zor olduğunu belirtmiştir.

Katılımcıların konutlarında bulunan banyo ve tuvaleti kullanırken karşılaştıkları güçlüklerle ilişkin veriler Tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Katılımcıların konutlarında bulunan banyo ve tuvaleti kullanırken karşılaştıkları güçlükler

Etmenler	%				
	Çok Kolay	Kolay	Zor	Çok Zor	İmkânsız
Kaygan Zemin	25	18	32	15	10
Oturarak Duş Alma	29	34	20	10	7
Kapı Eşiği	35	19	30	15	1
Tutunma Kollarının Eksikliği	19	14	12	12	43
Muslukları Kullanma	40	41	16	3	---
Lamba Anahtarına Ulaşma	38	27	35	---	---
Banyo Dolabını Kullanma	41	25	19	3	12
Havlu ulaşımı	42	34	23	---	1
Kıyafet ulaşımı	45	32	21	1	1
Sabun / Şampuana Ulaşım	28	22	20	30	---
Tuvalet kağıdı	40	22	28	10	---
Diğer	5	---	---	---	---

Kaygan zeminden dolayı yaşlı bireylerin %57'lik kısmının güçlük yaşadığı, oturarak duş almanın %63'lük kısım tarafından çok kolay-kolay olarak nitelendirildiği görülmüştür. Tutunma kolu eksikliğinden dolayı 67'lik oranında yaşlı bireyin zorluk yaşadığı görülmektedir.

Katılımcı yaşlı bireylerin konutlarında bulunan eşya ve iç mekân unsurlarından hareketlerini kısıtlayan kavramlara yönelik veriler Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9.** Katılımcı yaşlı bireylerin konutlarında bulunan eşya ve iç mekân unsurlarından hareketlerini kısıtlayan kavramlara yönelik veriler

Etmeler	%				
	Çok Kolay	Kolay	Zor	Çok Zor	İmkânsız
Mobilya	52	37	11	----	----
Zemin	49	36	15	----	----
Kapı	45	16	20	8	9
Pencere	53	39	8	----	----
Merdiven	45	34	16	4	1
Sandalye	45	29	12	7	7
Buzdolabı	48	23	20	8	1
Bulaşık makinesi	47	22	19	8	4
Çamaşır makinesi	49	23	16	7	5
Fırın	44	26	14	12	4
Aspiratör	21	19	7	1	52
Elektrik Süpürgesi	48	45	5	1	1
Kombi	56	36	4	3	1
Televizyon	28	15	12	1	44
Kumanda	28	15	12	1	44
Radyatör aç/kapa	52	37	11	----	----
Diğer	49	36	15	----	----

Tablo 9 verilerine göre aspiratör 52, Televizyon 44 ve Kumanda 44 oranında imkansız olarak tespit edilmiş, diğer eşya ve iç mekan unsurlarında büyük oranda zorluklara rastlanılmamıştır.

Yaşlı bireylerin ülkemizde inşa edilen konut çeşitlerine yönelik tutum ve davranışlarını gösteren veriler Tablo10'da verilmiştir.

**Tablo10.** Yaşlı bireylerin ülkemizde inşa edilen konut çeşitlerine yönelik tutum ve davranışlarını gösteren veriler

Konut Tipi	Çok Memnunum	Memnunum	Hiç Memnun Değilim
Kendime göre tasarlandı	%15	%19	%15
Adaptasyon	%10	%5	----
<b>Mevcut konut</b>	%14	%18	%4

Katılımcıların kendilerine göre tasarladıkları konutlar % 49'unu kapsamaktadır. Bu veriler sonucu %15'i hiç memnun olmadığı tespit edilmiştir. Mevcut konutuna adaptasyon uygulayanlardan %15'lik Grup olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut konutta oturanların %36 olduğu bunların da %4'ünün hiç memnun olmadığı tespit edildi. Katılımcıların binalarında yaşlı bireylere yönelik özel sistemlerin bulunup bulunmadığına ilişkin veriler Tablo 11'da verilmiştir.

**Tablo 11.** Katılımcıların binalarında yaşlı bireylere yönelik özel sistemlerin bulunup bulunmadığına ilişkin veriler.

Özel Sistemler	%	
	Evet	Hayır
Sensörlü Aydınlatma	66	34
Asansör	34	66
Konut giriş lambası	59	41
Yaşlılara göre priz düzenlemesi	34	66
Koridor genişlikleri sizin kullanımınıza uygun mu?	34	66
Merdivenler	67	33
Dinlenmek için sahanlık	55	45
Rampalar	37	63
Giriş kapıları	72	28
Diğer	68	32

Tablo 11 verilerine göre 66'lık katılımcı grubu binalarında sensörlü aydınlatmanın bulunduğunu 34'lük bir grup ise bulunmadığını belirtmiştir. Asansör 66'lık katılımcı grubunda bulunmazken 34'lük katılımcı grubunun binasında bulunmaktadır. Konut giriş lambası çoğunluğun (59) binasında yer almakta, 41'lik bir grupta ise bulunmamaktadır. Yaşlılara yönelik priz düzenlemesi 66'lık büyük bir oranla çoğu katılımcının binasında yer almamaktadır. Binalarda koridor genişlikleri 66'lık katılımcı grubuna göre yaşlıların kullanımına uygun değildir. Merdivenler 67'lik katılımcı grubu merdivenlerin yaşlı bireylere yönelik tasarlandığını belirtirken yine 33'lük bir grup ise yaşlılara yönelik olmadığını belirtmiştir. Dinlenmek için sahanlık alan 45'lik kullanıcı grubunda bulunmamaktadır. Rampalar ise 63'lük kullanıcı grubunda bulunmamaktadır. Giriş kapıları 72'lik katılımcı grubunda bulunurken, 28'lik katılımcı grubunda giriş kapılarının bulunmadığı tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Giresun ilinde 65 ve üzeri yaşlıların mekân, donatı elemanı ve mobilya kullanımında karşılaştıkları zorluklar ve kolaylıklar incelenmiş olup konutlara giriş, çıkış ve iç alanlarda hareket özgürlüğü ve yaşamsal ihtiyaçlarında kullanım kolaylığı ve yaşam kalitesi sağlanması beklenen mekân, mobilya ve donatı elemanlarının kullanımında anlamlı düzeyde zorluklar yaşadığı

söylenbilir. Örneğin, konutların bina girişlerinin %63'ünde rampa olmadığı, %77'sinde yangın merdiveni olmadığı, %66'inde ise asansör olmadığı tespit edilmiştir. Mutfak mobilyalarının kullanımında %55'inin üst dolap kullanımında, %23'ünün alt dolap kullanımında zorlandığı, Banyo ihtiyacını karşılarken %26'sının yıkanma ve duşa kabin kullanımının da zorlandığı, %30'unun banyo sonrası kendi başına kurulanmasının imkansız olduğu, lavabo da el-ayak yıkama da %26'lık kısmının zorlandığı, % 25'lik kısmının bu ihtiyacı gideremediği, konutların %52'sinde alafranga tuvalet olduğu, %45 'inin ise hem alaturka hem de alafranga tuvalete sahip olduğu, seçme olasılığı söz konusu olduğunda ise %93'ünün alafranga tuvalete sahip olmak istedikleri söylenebilir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda yaşlıların mutfak, yatak odası, salon, çalışma odası, antre gibi iç mekan alanlarında çok zorluk yaşamadıkları, ancak; özellikle banyo, tuvalet gibi alanlarda zorluklar yaşadıkları ifade edilebilir. Ayrıca yaşlı bireylerin sosyal faaliyetleri gerçekleştirirken büyük oranda zorlandıkları gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda yaşlıların yaşam alanlarını düzenlerken gerekli tedbirlerin alınması, evlerde yaşlı bireylere yönelik iç mekân tasarımının yapılması, sosyal alanlarda yaşlı bireylerin kolaylıkla kullanılabileceği tasarımlar geliştirilerek önlemler alınması önerilmektedir.

Tüm bunlardan yola çıkılarak konutlar proje aşamasında her yönüyle değerlendirilmelidir. Alanında uzman mimarlar, mühendisler, sosyologlar, belediyelerin imar büroları ve ilgili bakanlıklar tarafından yetkili birimlerle beraber yaşlıların ihtiyaç ve beklentilerini karşılamaya yönelik olarak yapıların planlanması, gelişen teknoloji ile birlikte yaşlılara sunulan mekân donatı unsurlarının da onların yaşamını kolaylaştıracak nitelikte olmasına önem verilmeli ve herkes için tasarım felsefesi ile konut, mekân, mobilya ve donatı elemanlarının tasarlanması toplumun tüm kesiminin rahatça kullanacağı mekânlar oluşturulması için önem arz etmektedir.

## Kaynaklar

- Milliyet&S.E.C.A., (1991). *Büyük Ansiklopedi*. Milliyet yayınları.
- A.S.P.B., (2017). *Engelli ve Yaşlı Bireylere İlişkin İstatistik Bilgiler*. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Engelli ve Yaşlı Hizmetleri Genel Müdürlüğü İstatistik Bülteni.
- Durgun, B., Tümerdem, Y., (1999). Kentleşme Ve Yaşlılara Sunulan Hizmetler. *Turkish Journal of Geriatrics*, 2 (3): 115-120.
- Kalınkara, V. (2014). *Temel Gerontoloji Yaşlılık Bilimi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Şafak, Ş., Erkal, S. ve Çopur, Z., (2005). Yaşlılıkta Sağlıklı Konut Ve Kazalar. *Özveri- Dergisi*, 2 (2).
- Yıldırım Kaptanoğlu, A., (2012). Yaşlı Sağlığı. Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı Aile Eğitimi Programı, Web Adresi: [https://www.aep.gov.tr/wp-content/uploads/2012/10/05\\_05\\_yasli-sagligi.pdf](https://www.aep.gov.tr/wp-content/uploads/2012/10/05_05_yasli-sagligi.pdf)
- Yalın, Ö., (2007). Azınlık Gruplar için Tasarım: Çocuklar, Yaşlılar ve Engelliler. *Tasarım Gazetesi*, Web Adresi: <http://www.tasarimgazetesi.com/haber/10213>

## Farklı Kanat Profillerinin Düşük Reynolds Sayısında Planör Aerodinamik Performansı Açısından XFLR5 Kullanılarak Nümerik Olarak İncelenmesi

İbrahim Halil GÜZELBEY<sup>1</sup>, Yüksel ERASLAN<sup>2\*</sup>, Mehmet Hanifi DOĞRU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gaziantep Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak ve Uzay Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, Türkiye

<sup>2</sup>Gaziantep Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak ve Uzay Mühendisliği Bölümü, Gaziantep, Türkiye

<sup>3</sup>Gaziantep Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Pilotaj Bölümü, Gaziantep, Türkiye

Geliş Tarihi: 15.05.2018

Kabul Tarihi: 21.05.2018

\*Sorumlu Yazar: yeraslan@gantep.edu.tr

### Özet

Kanat tasarımı, tüm hava araçları için olduğu gibi, planörler için de aerodinamik performans açısından kritik öneme sahiptir. Aerodinamik olarak verimli bir planör kanadı tasarımının en önemli aşamalarından biri de uygun kanat kesit geometrisi (kanat profili) seçimidir. Bir kanat tasarımının kanat kesit geometrisi seçimi, öncelikle belirlenen gerekliliklere dayanarak karşılaştırmak üzere, farklı kanat kesit geometrilerinin aerodinamik performans analizlerini gerektirir. Bu çalışmada, dokuz farklı kanat kesit geometrisi planör aerodinamik performans açısından karşılaştırmak üzere genel kamu lisanslı XFLR5 programı kullanılarak nümerik olarak incelenmiştir. Öncelikle karşılaştırılacak geometriler Eppler, Goettingen, NACA ve Wortmann kanat kesit geometrisi ailelerinden seçilmiştir. Karşılaştırma için programın deneysel verilerle iki boyutlu doğrulaması yapılmış ve seçilen kanat kesit geometrileri aynı koşullar altında analiz edilmiştir. Analizler  $2 \times 10^5$  Reynolds sayısında ve -5 ile 20 derece arasındaki hücum açılarında gerçekleştirilmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlara göre kanat kesit geometrileri belirlenen gereklilikler olan kalınlık, maksimum kaldırma katsayısı ve hücum açısı, maksimum kaldırma durumundaki sürüklenme katsayısı, maksimum süzülme oranı, sıfır kaldırma durumundaki yunuslama momenti ve güç faktörüne göre karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Planör, Kanat tasarımı, Kanat kesit geometrisi, XFLR5, Aerodinamik performans.

## Numerical Investigation of Different Airfoils at Low Reynolds Number in terms of Aerodynamic Performance of Sailplanes by using XFLR5

### Abstract

Wing design has a critical importance for sailplanes as well as for all the aircrafts in terms of aerodynamic performance. One of the important design phases of an aerodynamically efficient sailplane wing is selection of the appropriate airfoil. Airfoil selection of a wing design firstly requires performing aerodynamic performance analyses of different airfoils to compare according to determined requirements. In this study, numerical investigation of nine different airfoils was performed with the aim of comparison in terms of aerodynamic performance of sailplanes by using the general public licensed computer program XFLR5. Firstly, the airfoils which will be compared were selected from Eppler, Goettingen, NACA and Wortmann airfoil families. For the comparison of the airfoils, the two-dimensional analysis validation of the program was done with experimental data, and the airfoils were analyzed in two dimensions under the same validated analysis conditions. The analyses were performed at  $2 \times 10^5$  Reynolds number and angle of attacks from -5 to 20 degrees. According to obtained results from the analyses, the airfoils were compared in terms of determined criteria which are thickness, maximum lift coefficient and its angle of attack, maximum drag to lift ratio, drag coefficient at maximum lift condition, pitching moment at zero lift condition and power factor.

**Keywords:** Sailplane, Wing design, Airfoil, XFLR5, Aerodynamic performance.

## 1. Introduction

Sailplanes are the aircrafts, which are aerodynamically streamlined and able to gain altitude while flying in rising air. In three-dimension, as for all aircrafts, wing can be defined as the body, which is the lifting surface of a sailplane. In two-dimension, cross section shape of a wing is named as airfoil. Airfoil shaped body, moving through a fluid, produces aerodynamic forces, which are lift and drag. Airfoil geometry determines the chord-wise lift distribution of a wing. For this reason, one of the important design phases of an aerodynamically efficient sailplane wing is selection of the appropriate airfoil (Thomas and Milgram, 1999).

Airfoil selection of a wing design firstly requires performing aerodynamic performance analysis of different airfoils to compare according to determined requirements. In conceptual design stage of aircrafts, generally it is not preferred to perform expensive and time-consuming wind-tunnel experiments for airfoil analysis. There are many different computer programs and codes, which can perform these analyses quickly and easily. XFOIL (Drela, 1989), XFLR5 (Deperrois, 2009), Eppler Code (Eppler and Somers, 1980) and ANSYS Fluent are some of the well-known programs. For two-dimensional airfoil aerodynamic performance analysis, user-friendly interfaced XFLR5 program uses a fully coupled viscous/inviscid interaction method with a high-order panel method to evaluate drag, boundary layer transition and separation.

In the literature, there are many studies about aerodynamic performance analysis and comparison of airfoils. Hansman and Craig (1987) investigated different airfoils with wind-tunnel experiment conductions. The study includes comparison of three different airfoils in terms of aerodynamic performance degradations under a rain rate. Smith et al. (2008) performed two-dimensional CFD (Computational Fluid Dynamics) analysis for a Wortmann airfoil in ground effect at different angles of attacks. They compared results with data from previous experimental studies and validated that use of this airfoil is useful for a ground effect aircraft in terms of aerodynamic performance. Lasauskas and Naujokaitis (2009) analyzed aerodynamic performances of different airfoils with Eppler Program System, RFOIL and XFOIL. The study includes comparison of codes in terms of accuracy with respect to existing wind-tunnel experimental results at different Reynolds numbers. Wahidi and Bridges (2009) investigated laminar separation bubble behaviours not only at different Reynolds numbers but also at different angle of attacks on NACA 0012 and LA2573 by experimental wind-tunnel analyses. At the end of the study, experimental data of surface pressure distributions compared and found in agreement with the results obtained from XFLR5 program. Xin et al. (2010) performed aerodynamic performance analysis on ANSYS Fluent for a NACA and seagull airfoils at different Reynolds numbers. They found that seagull airfoil is aerodynamically more efficient than the NACA airfoil and proper to use on small-power wind driven generators. Sudhakar

et al. (2011) computed aerodynamic characteristics of a modified version of an existing airfoil geometry, which was obtained using inverse design method of XFLR5 program. With the aim of providing better longitudinal stability for a MAV configuration, they compared aerodynamic performance of the modified airfoil with its original geometry according to XFLR5 analysis results. Vuruşkan et al. (2014) performed aerodynamic performance analysis of VTOL (vertical take-off and landing) aircraft having blended wing body with VLM (vortex-lattice method), NLL (Non-linear numeric lifting line) and CFD (computational fluid dynamics) methods. They used XFLR5 program to obtain airfoil characteristics of airfoils used. They obtained that VLM and CFD methods results in agreement with experimental data existing in literature more than NLL method. Hasan et al. (2017) investigated aerodynamic performances of three airfoils with the help of analysis on Qblade program. With the results of the analysis, mixed airfoil wind turbine blade designed, and its aerodynamic performance investigated with CFD analysis on ANSYS Fluent.

In this study, numerical investigation of nine different airfoils was performed with the aim of comparison in terms of aerodynamic performance of sailplanes by using the general public licensed computer program XFLR5. The airfoils were selected from University of Illinois at Urbana-Champaign's airfoil database (URL-1). For the comparison of the airfoils, seven criteria were selected which are maximum lift coefficient and its angle of attack ( $C_{L_{max}}$ ), maximum drag to lift ratio ( $(L/D)_{max}$ ), performance factor ( $C_L^{3/2}/C_D$ ), zero lift pitching moment ( $C_{M_0}$ ), thickness and drag coefficient ( $C_D$ ). For the reliability verification of the program results, firstly it was observed that obtained analysis results of XFLR5 for an airfoil were in admissible agreement with experimental data. After the validation, Eppler E603, NACA 23012, Wortmann FX S-02-196, Wortmann FX 73-K170, Wortmann FX 60-126, Wortmann FX 61-184, Wortmann FX 62-K-153, Goettingen 533 and Goettingen 549 airfoils were analyzed in two dimensions by using the same analysis conditions. The analyses were performed at selected wide range of angle of attack from -5 to 20 degrees and  $2 \times 10^5$  Reynolds number. Consequently, according to results, which were obtained from the analyses, airfoils were compared in terms of the determined criteria.

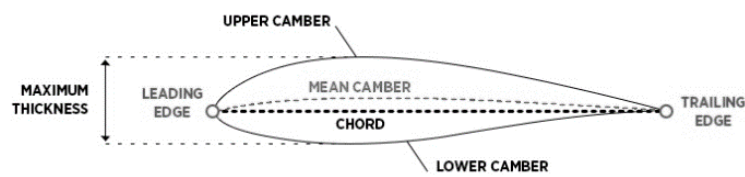
## 2. Material and Method

### 2.1. Airfoil Geometry

In three-dimension, as for all aircrafts, wing can be defined as the body, which is the lifting surface of a sailplane. In two-dimension, cross section shape of a wing is named as airfoil and usually identified with geometrical terms as defined in Figure 1. The line drawn horizontally from leading to trailing edge of the airfoil is named as chord-line. The mean-camber is the line that determines amount

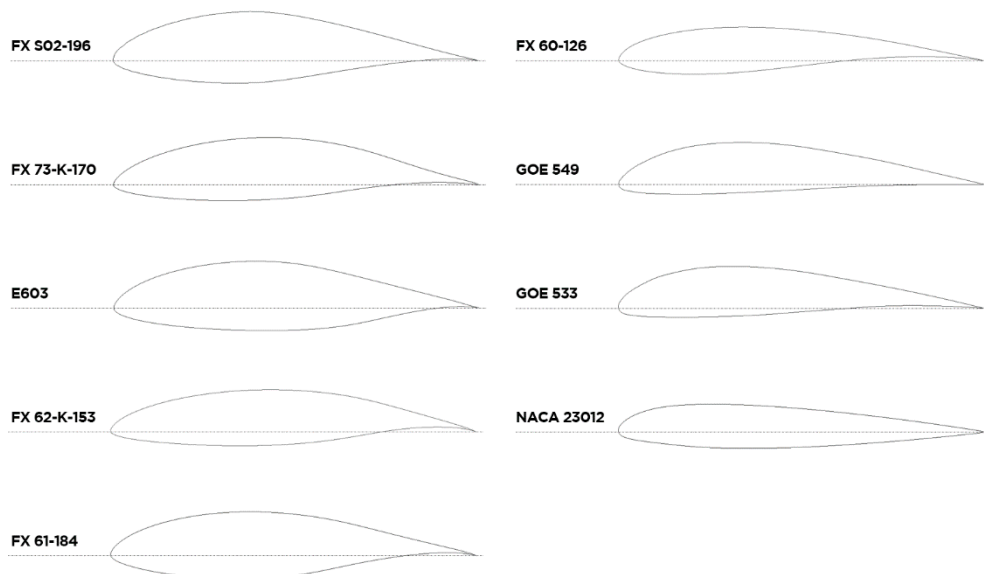
of the curvature of the airfoil with respect to its upper and lower surfaces. The airfoil is called as symmetrical if the mean-camber and chord-line of an airfoil are intersected. Additionally, maximum thickness is another important parameter that describes the airfoil geometry. Its value and its distance from the leading edge is generally described as a percentage of the airfoil chord-line length.

In general, for sailplane wing designs, it is desirable for an airfoil to be as thin as possible at the tip section because airfoils, which have smaller maximum thickness value, produces lower induced drag. Also, for sailplane wing designs, generally it is desirable for root section airfoil to be as thick as possible because of needed structural strength and needed volume for water ballast tanks (Thomas and Milgram, 1999; Gudmundsson, 2013).



**Figure 1.** An airfoil geometry

In this study, nine different non-symmetrical airfoil geometries were selected from University of Illinois at Urbana-Champaign's database (URL-1). The selected airfoils, whose geometries are given in Figure 2, are Eppler E603, NACA 23012, Wortmann FX S-02-196, Wortmann FX 73-K170, Wortmann FX 60-126, Wortmann FX 61-184, Wortmann FX 62-K-153, Goettingen 533 and Goettingen 549.



**Figure 2.** Selected airfoil geometries



Historical usage data shows not only frequent usage of the selected airfoils but also their application trends at root or tip sections of sailplane wing designs. By means of this data, the selected airfoils were divided into two groups as stated in Table 1.

**Table 1.** Groups of Selected Airfoils

Root Section Airfoils	Max. Thickness	Tip Section Airfoils	Max. Thickness
Eppler E603	19%	Goettingen 533	13,82%
Wortmann FX S-02-196	19,6%	Goettingen 549	13,85%
Wortmann FX 73-K170	17%	NACA 23012	12%
Wortmann FX 61-184	18,4%	Wortmann FX 60-126	12,6%
Wortmann FX 62-K-153	15,3%		

## 2.2. XFLR5

XFLR5 is a user-friendly design and analysis program for airfoils and bodies. The program uses XFOIL codes for two-dimensional airfoil aerodynamic performance analysis. The program is capable of calculating lift, drag, pitching moment and pressure coefficients of airfoils in two-dimension by using fully coupled viscous/inviscid interaction method with high-order panel method.

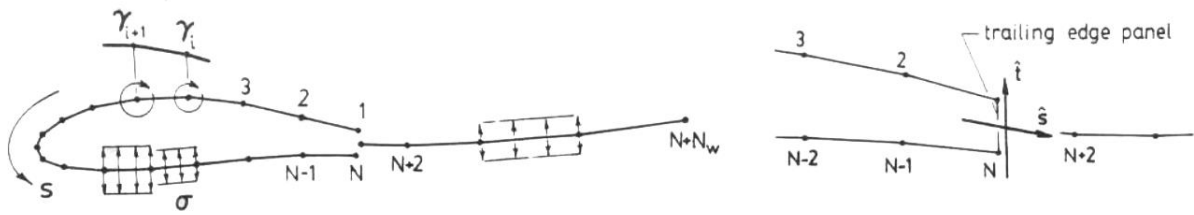
### 2.2.1. Inviscid Analysis

XFLR5 inviscid analysis in two-dimension has a linear-vorticity streamfunction formulation. For the analysis, the program constructs an inviscid airfoil flowfield in two-dimension. This flowfield consists of not only a freestream flow but also a vortex sheet on the airfoil together with a source sheet on the wake and airfoil surface. Thus, streamfunction can expressed as

$$\Psi(x, y) = u_{\infty} - v_{\infty} + \frac{1}{2\pi} \int \gamma(s) \ln r(s; x, y) + \frac{1}{2\pi} \int \sigma(s) \theta(s; x, y) ds \quad (1)$$

where  $\sigma$  is source sheet strength,  $\gamma$  is vortex sheet strength,  $s$  is the coordinate through the vortex and source sheets,  $v_{\infty} = q_{\infty} \sin \alpha$  and  $u_{\infty} = q_{\infty} \cos \alpha$  are freestream velocity components,  $r$  is the magnitude of the vector between the field point  $x, y$  and the point  $s$  and  $\theta$  is the angle of the vector.

The airfoil surface and wake trajectory are both divided into a number of flat panels. As shown in Figure 4, the number of panel nodes on the airfoil is  $N$  and the number of panel nodes on the wake is  $N_w$ . There are linear vorticity distributions ( $\gamma_i$ ) at each airfoil panel. Additionally, there is a constant source strength ( $\sigma_i$ ) for each airfoil and wake panel associated with them.



**Figure 4.** Vorticity and source distributions and panels of airfoil and wake

Defining the unit streamfunctions with local panel coordinates and equaling the streamfunction  $\Psi_0$ , which has some constant value, at each node on the airfoil gives equation (2)

$$\sum_{j=1}^N (a_{i,j}\gamma_j) - \Psi_0 = -u_\infty y_i + v_\infty x_i - \sum_{j=1}^{N+N_w-1} (b_{i,j}\sigma_{0,j}) \quad ; \quad 1 \leq i \leq N \quad (2)$$

where  $a_{i,j}$  and  $b_{i,j}$  are the coefficient matrices and  $x_i$  and  $y_i$  are airfoil panel nodes. Combining linear system with Kutta condition, which means equaling sum of the strengths of vortex panels at trailing edge nodes to zero, gives equation (3)

$$\gamma_1 + \gamma_N = 0 \quad (3)$$

which is a linear system with  $N+1$  equations and  $N+1$  unknown values of  $\gamma_i$ . Inside the airfoil, the flow is stagnant. Hence, the surface velocity is equal to surface vorticity and expressed as

$$\gamma_i = q_i \quad (4)$$

where  $q_i$  is surface velocity. Hence, pressure coefficient can be expressed with respect to surface vorticity by applying Bernoulli's equation

$$C_p = 1 - \left(\frac{\gamma}{q_\infty}\right)^2 \quad (5)$$

where freestream velocity is  $q_\infty = \sqrt{v_\infty^2 + u_\infty^2}$ .

### 2.2.2. Viscous Analysis

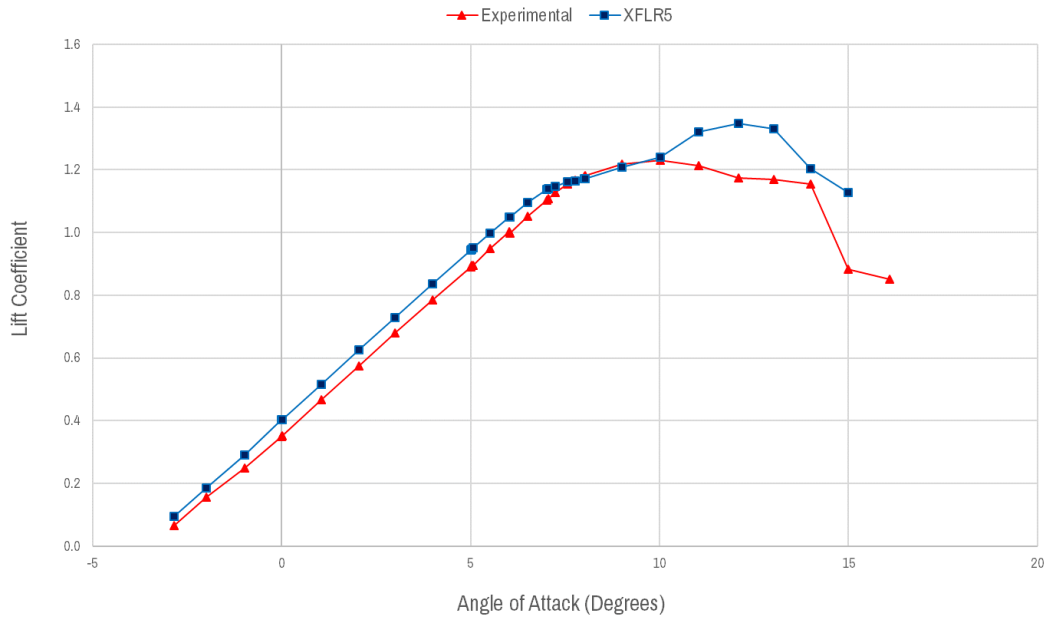
For a viscous analysis with a known airfoil geometry, XFLR5 program gives solution for airfoil surface vorticity by solving matrix equation (2) and Kutta condition (3) by means of Gaussian elimination as

$$\gamma_i = \gamma_{0i} \cos \alpha + \gamma_{90i} \sin \alpha + \sum_{j=1}^{N+N_w-1} (b'_{i,j} \sigma_{0,j}) \quad ; \quad 1 \leq i \leq N \quad (6)$$

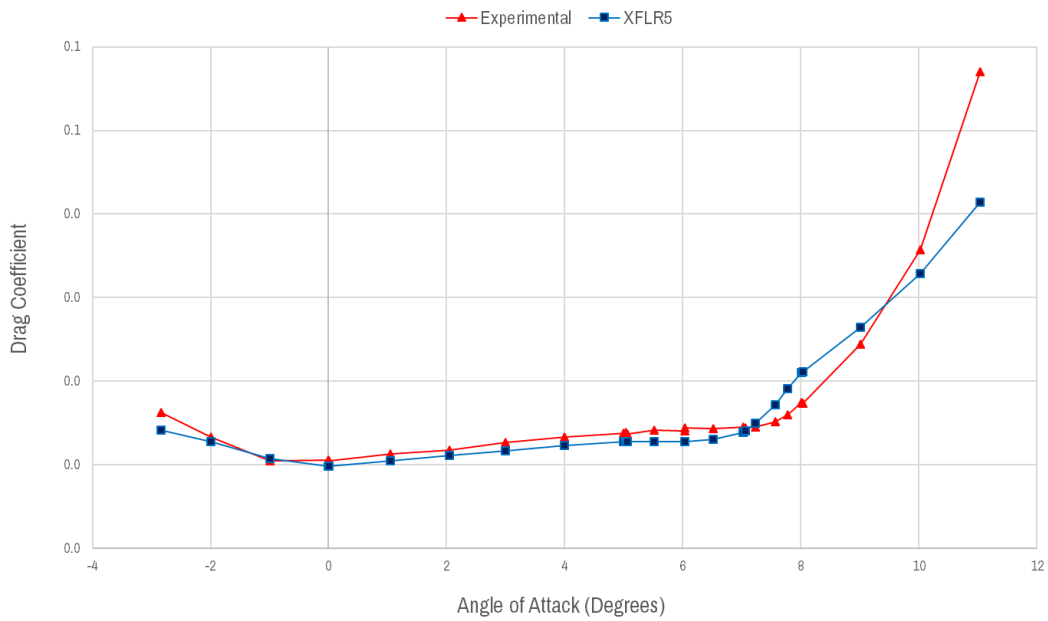
where  $\gamma_0$  and  $\gamma_{90}$  are the vorticity distributions, which is a freestream  $\alpha$  of 0 and 90 degrees.  $b'_{i,j} = -a^{-1}_{i,j} b_{i,j}$  is the source influence matrix. For viscous flows, the boundary layer equations should be added to the equation (4) to obtain solvable closed system because of the source strengths are unknown (Drela, 1989).

### 2.2.3. XFLR5 Two-dimensional Analysis Validation

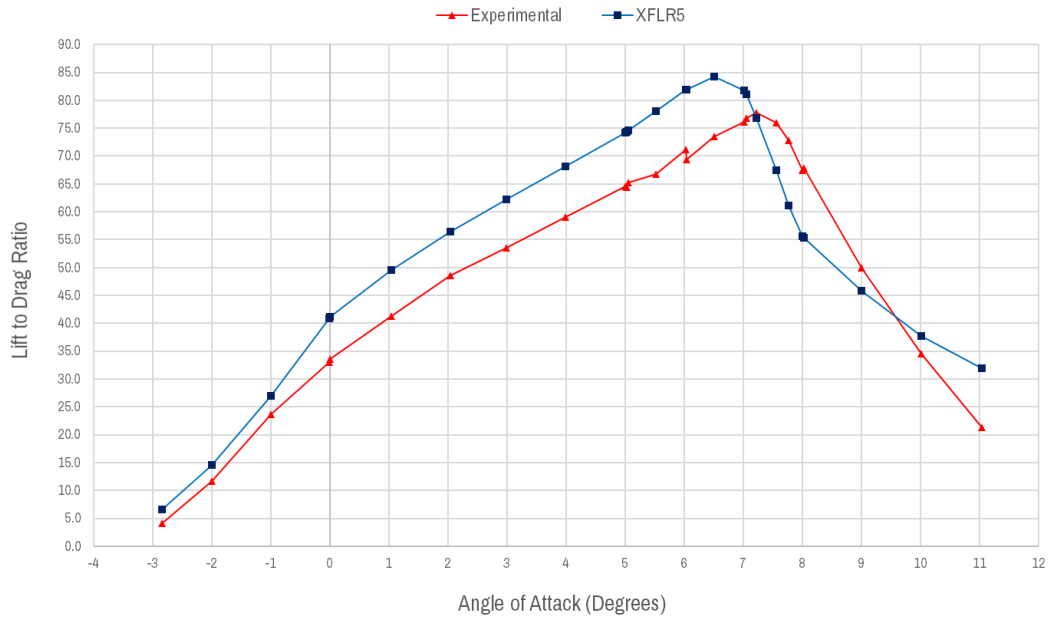
For the reliability verification of XFLR5 two-dimensional viscous analysis results, an analysis was performed on Eppler E387 airfoil at the same conditions with wind tunnel experiment results at Langley Low-turbulence Pressure Tunnel (McGhee et al., 1988). XFLR5 analyses were performed at  $2 \times 10^5$  Reynolds number and 0.06 Mach number, which was same as the reference experimental study. As it is observed by Morgado et al. (2016), to define an airfoil in XFLR5, using more than 150 number of panels does not show an important difference in the results. Although it is enough to use 150 number of panels, it is selected to use 250 panels as performing analyses takes very little time for XFLR5.



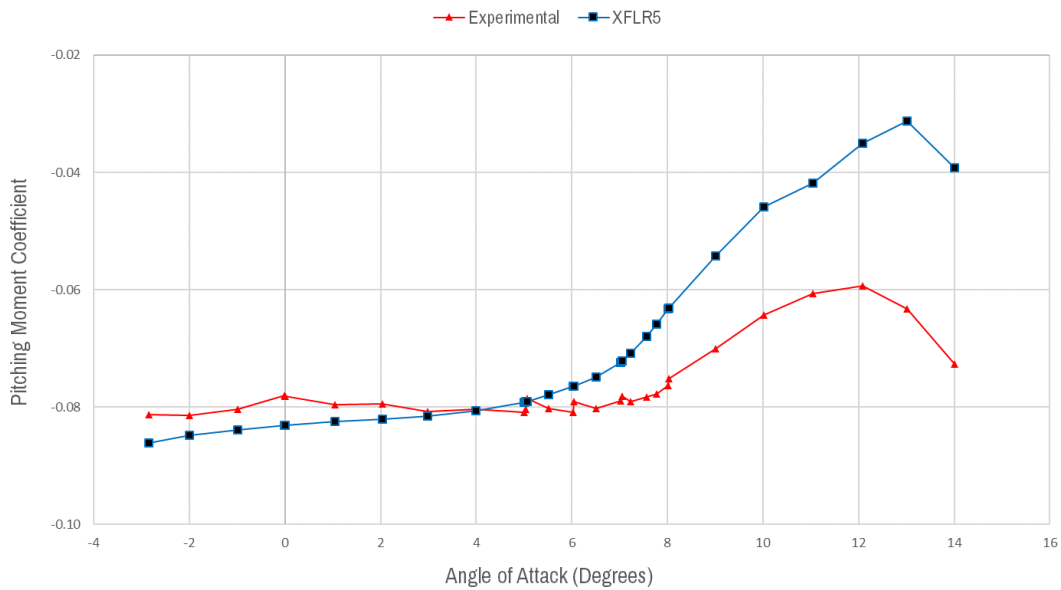
**Figure 5.** Comparison of experimental results with XFLR5 analysis results in terms of lift coefficient changing with angle of attack



**Figure 6.** Comparison of experimental results with XFLR5 analysis results in terms of drag coefficient changing with angle of attack



**Figure 7.** Comparison of experimental results with XFLR5 analysis results in terms of lift to drag ratio changing with angle of attack



**Figure 8.** Comparison of experimental results with XFLR5 analysis results in terms of pitching moment coefficient changing with angle of attack

As a result of the analyses, Figure 5 and Figure 6 shows that XFLR5 gives very close lift coefficient and drag coefficient results to experimental data up to stall angle of attack, which is 10 degrees. Lift and drag coefficients results of XFLR5 and experimental data have difference lower than 10 percent in average. As it can be clearly seen in Figure 7, lift to drag ratio results of XFLR5 and experimental data have difference lower than 15 percent in average. Additionally, maximum lift

to drag ratio is 8.3 percent more than the experimental data. Figure 8 indicates that, pitching moment coefficient results of XFLR5 are compatible with experimental data. In average, their difference is lower than 15 percent in terms of their values. At low angle of attacks, XFLR5 gives very close results to experimental data with difference lower than 6 percent.

Consequently, it was obtained that, XFLR5 gives results whose difference is lower than 10 percent in average from experimental data in terms of drag, lift and pitching moment coefficients.

## 2.4. Aerodynamic Parameters

### 2.4.1. Lift, Drag and Pitching Moment Coefficients

A body moving through a fluid causes two forces to be created which are named as drag and lift. Lift force is perpendicular and drag force is parallel to the relative airflow direction. General lift force, drag force and pitching moment formulas are stated in equations (7), (8) and (9).

$$L = \frac{1}{2} \rho AV^2 C_L \quad (7)$$

$$D = \frac{1}{2} \rho AV^2 C_D \quad (8)$$

$$M = \frac{1}{2} \rho AV^2 C_M c \quad (9)$$

where  $L$  is the lift force,  $M$  is the pitching moment,  $D$  is the drag force,  $A$  is the reference area,  $c$  is the chord-length,  $V$  is the velocity,  $\rho$  is the fluid density and  $C_L$ ,  $C_M$  and  $C_D$  are the lift, pitching moment and drag coefficients, respectively.

Maximum lift coefficient directly affects the minimum velocity of the sailplane. Hence, for a sailplane wing, it is desirable to have highest maximum lift coefficient at highest possible angle of attack ( $\alpha_{C_{L_{max}}}$ ). This makes the wing to have lower stall speed and stall angle of attack. Also, having minimum drag coefficient at maximum lift condition provides good thermaling performance for sailplanes (Thomas and Milgram, 1999).

Lift to drag ratio, as stated in equation (10), is an important parameter for sailplanes, which is also named as efficiency or glide ratio. It is the ratio between the horizontal travelled distance and loss of altitude in a given time. Hence, the higher the glide ratio, the higher the sailplane aerodynamic efficiency (Thomas and Milgram, 1999).

$$E = \frac{L}{D} = \frac{C_L}{C_D} \quad (10)$$

There is another important parameter called as index of stability, which is the moment coefficient for zero lift condition ( $C_{M_0}$ ). Sailplane is said to be stable if  $C_{M_0}$  has negative value. Additionally, stability increases if  $C_{M_0}$  has closer value to zero (Fрати, 1946).

For sailplanes, it is desirable to have low power required to maintain flight and low sink velocity. There is a parameter which measures the quality of climb and the velocity of sink named as climb index or power factor ( $C_L^{3/2}/C_D$ ). The higher value of this factor lowers the sink velocity and the power required to maintain flight (Thomas and Milgram, 1999).

### 2.4.2. Reynolds Number and Mach Number

Reynolds number is a dimensionless parameter, which is equal to division of inertial and viscous forces as stated in equation (11). This parameter determines whether the flow is laminar or turbulent. It can be defined as

$$Re = \frac{\text{inertial force}}{\text{viscous force}} = \frac{\rho VL}{\mu} \quad (11)$$

where  $\rho$  is the fluid density,  $V$  is the flow velocity,  $L$  is the characteristic length, and  $\mu$  is dynamic viscosity of the fluid. Mach number is the ratio of the speed of a body to the speed of sound in the fluid that body travels. It can be defined as

$$M = \frac{V_0}{V_s} \quad (12)$$

where  $V_0$  is the speed of the body and  $V_s$  is speed of the sound. If the mach number is lower than 1, the speed is named as subsonic.

## 3. Results and Discussion

Analyses were performed on XFLR5 at  $2 \times 10^5$  Reynolds number and from -5 to 20 degrees with 0.5 degree intervals. For selected tip section airfoils, depending on changing angle of attack; lift coefficient, drag coefficient, lift to drag ratio, pitching moment coefficient and power factor diagrams

were shown in Figure 9, 10, 11, 12 and 13, respectively. The diagrams including same parameters were given for the root section airfoils in Figure 14, 15, 16, 17 and 18.

In Figure 9 and 14, it is observed that, lift coefficient of each airfoil increased up to different angle of attacks and decreased after their peak values. For the selected airfoils, it can be clearly seen in Table 2, FX 73-K170 and FX 60-126 airfoils have the maximum  $C_{L_{max}}$  value among their groups, which were root and tip section airfoils. Regarding to flight mechanics, higher  $C_{L_{max}}$  refers lower stall speed for a wing. Hence, these two airfoils were found to provide lower stall speeds among the other selected airfoils. Moreover, angle of attack of maximum lift condition ( $\alpha_{C_{L_{max}}}$ ) is another important parameter that determines stall angle of attack. The higher the  $\alpha_{C_{L_{max}}}$ , the higher the stall angle of attack of a wing. In Table 2, it was obtained that E603 and FX 60-126 airfoils have the maximum values of  $\alpha_{C_{L_{max}}}$ . Hence, these two airfoils were found to provide maximum stall angle of attack among the other selected airfoils.

In Figure 10 and 15, as expected, drag coefficient of each airfoil varied a little up to different angle of attacks and later on increased suddenly in a short angle of attack interval. At maximum lift condition, drag coefficients of the selected airfoils were given in Table 2. Having smaller drag coefficient at maximum lift condition is important in terms of thermaling performance of sailplanes. As it was stated in Table 2, FX 62-K-153 has the minimum value of drag coefficient at maximum lift condition among the root section airfoils. Additionally, at the maximum lift condition, GOE 549 has the minimum drag coefficient value among the tip section airfoils. Thus, these two airfoils were found the most efficient airfoils among the selected airfoils in terms of thermaling performance.

In Figure 13 and Figure 18, diagrams of the power factors of the airfoils were given changing with angle of attack. Higher power factor means lower power required to maintain flight and lower sink rate. From the results, it was obtained that, FX 62-K-153 and GOE 533 airfoils has the maximum power factor values among the others. So, these two airfoils were found the most efficient airfoils among the other selected airfoils in terms of power factor.

Figure 11 and 16 shows that, each airfoil has increasing lift to drag ratio up to different angle of attacks. Later on, it was seen that, after the peak value, glide ratio decreased with the increasing angle of attack for all the selected airfoils. For sailplanes, lift to drag ratio is a parameter, which determines the aerodynamic efficiency. The higher the glide ratio, the higher the horizontal distance travelled in a time interval, which has a crucial importance for sailplanes. It can be clearly seen in Table 3, FX 62-K-153 and FX 61-184 airfoils have the maximum glide ratios among the other root and tip section airfoils, respectively. Hence, these two airfoils were found the most efficient airfoils among the selected airfoils in terms of lift to drag ratio.



As it is observed in Figure 12 and 17, except for NACA 23012, each of the airfoils has negative values for entire of the angle of attack interval. Zero lift pitching moment coefficient has an important role on sailplane stability. If  $C_{M_0}$  has a negative value, sailplane is said to be stable. Also, stability increases if  $C_{M_0}$  has closer value to zero. It was observed from Table 2, E603 and NACA 23012 airfoils has not only negative, but also the closest  $C_{M_0}$  values to zero. Hence, these two airfoils were found to be most suitable in terms of stability.

As it is stated before, for tip section airfoils, it is desirable to have smaller maximum thickness value because thin airfoils produces lower induced drag. Oppositely, the root section airfoils desired to be as thick as possible because of needed structural strength and volume for water ballast tanks.

Taking results of the analyses into consideration, all of the selected root and tip section airfoils were scored from 1 to 5 according to the determined criteria, as stated in Table 4 and Table 5.

**Table 2.** Analysis Results for Each Airfoil in terms of Maximum Lift Coefficient and Its Angle of Attack, Pitching Moment Coefficient at Zero Lift Condition and Drag Coefficient at Maximum Lift Condition

Airfoil Name	$C_{L_{max}}$	$\alpha_{C_{L_{max}}}$ (degree)	$C_D$ at $C_{L_{max}}$	$C_{M_0}$
E603	1.34	12	0.2920	-0.0712
FX S02-196	1.38	10	0.0226	-0.098
FX 61-184	1.40	10.5	0.0253	-0.1018
FX 73-K-170	1.44	11	0.0284	-0.1045
FX 62-K-153	1.36	8.5	0.02	-0.1315
NACA 23012	1.31	13.5	0.037	-0.0079
GOE 533	1.62	13	0.033	-0.0112
GOE 549	1.53	12.5	0.028	-0.1034
FX 60-126	1.55	14	0.052	-0.1177

**Table 3.** Analysis Results for Each Airfoil in terms of Maximum Glide Ratio and Its Angle of Attack

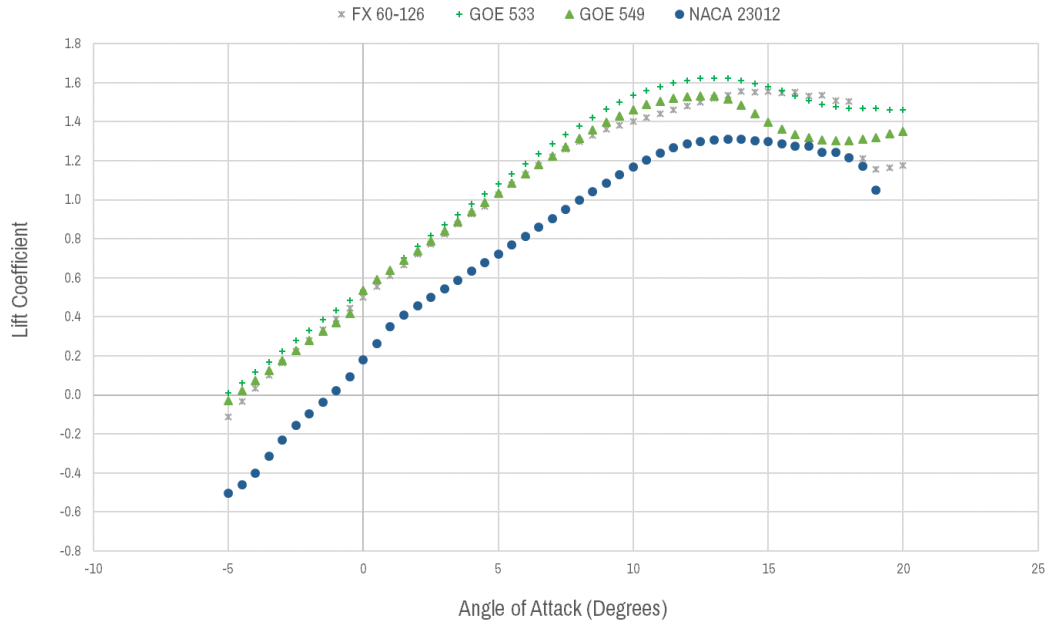
Airfoil Name	$(L/D)_{max}$	$\alpha_{(L/D)_{max}}$ (degree)	$(C_L^{3/2}/C_D)_{max}$
E603	58.1	10.5	66.8
FX S02-196	68.6	8.5	79.6
FX 61-184	69.9	8.5	81.5
FX 62-K-153	76.7	7.5	88.5
FX 73-K-170	62.4	8.5	76.2
NACA 23012	51.1	9.5	55.4
GOE 533	74.1	8	88.6
GOE 549	74.3	7.5	86.7
FX 60-126	79.6	5.5	85.2

**Table 4.** Root Section Airfoils Comparison Scores

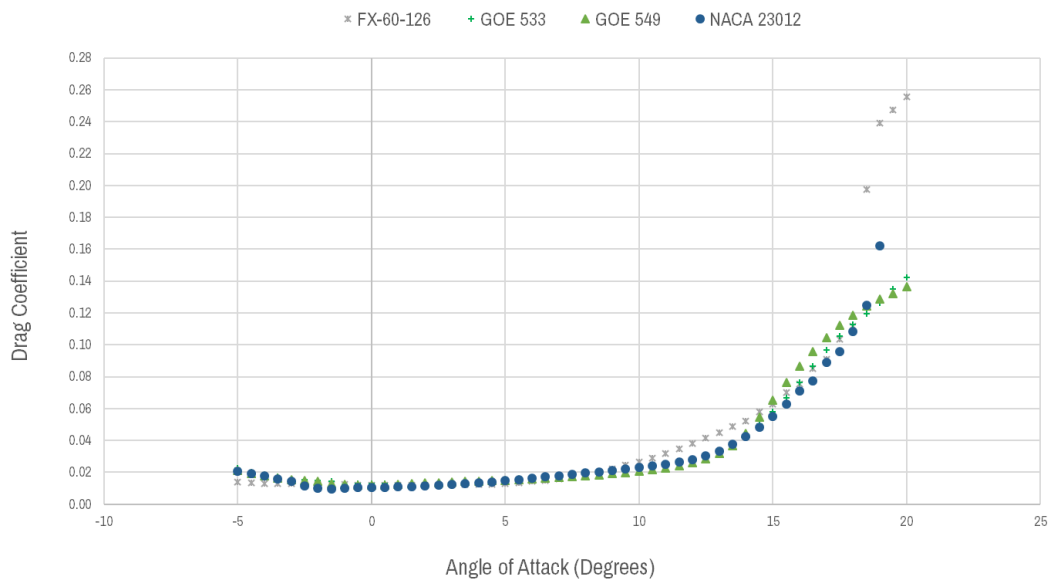
Airfoil Name	$(L/D)_{max}$	$C_{L_{max}}$	$\alpha_{C_{L_{max}}}$	$C_D$ at $C_{L_{max}}$	$(C_L^{3/2}/C_D)_{max}$	$C_{M_0}$	Thickness	AVERAGE
E603	1	1	5	1	1	5	4	2.57
FX S02-196	3	3	2	4	3	4	5	3.43
FX 61-184	4	4	3	3	4	3	3	3.43
FX 73-K-170	2	5	4	2	2	2	2	2.71
FX 62-K-153	5	2	1	5	5	1	1	2.86

**Table 5.** Tip Section Airfoils Comparison Scores

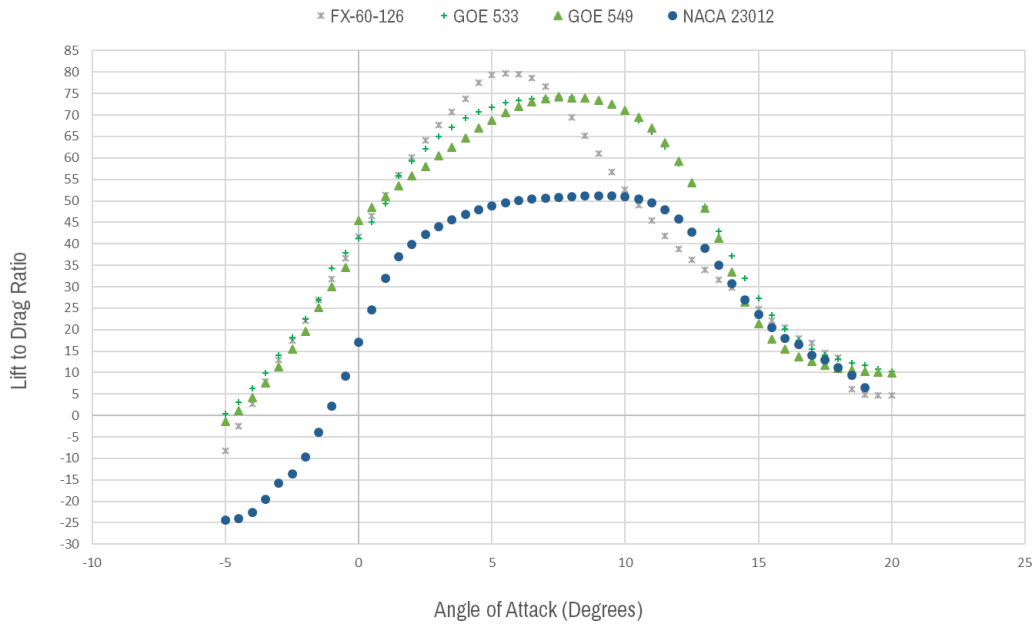
Airfoil Name	$(L/D)_{max}$	$C_{L_{max}}$	$\alpha_{C_{L_{max}}}$	$C_D$ at $C_{L_{max}}$	$(C_L^{3/2}/C_D)_{max}$	$C_{M_0}$	Thickness	AVERAGE
NACA 23012	1	1	3	2	1	4	4	2.29
GOE 533	2	4	2	3	4	3	2	2.86
GOE 549	3	2	1	4	3	2	1	2.29
FX 60-126	4	3	4	1	2	1	3	2.57



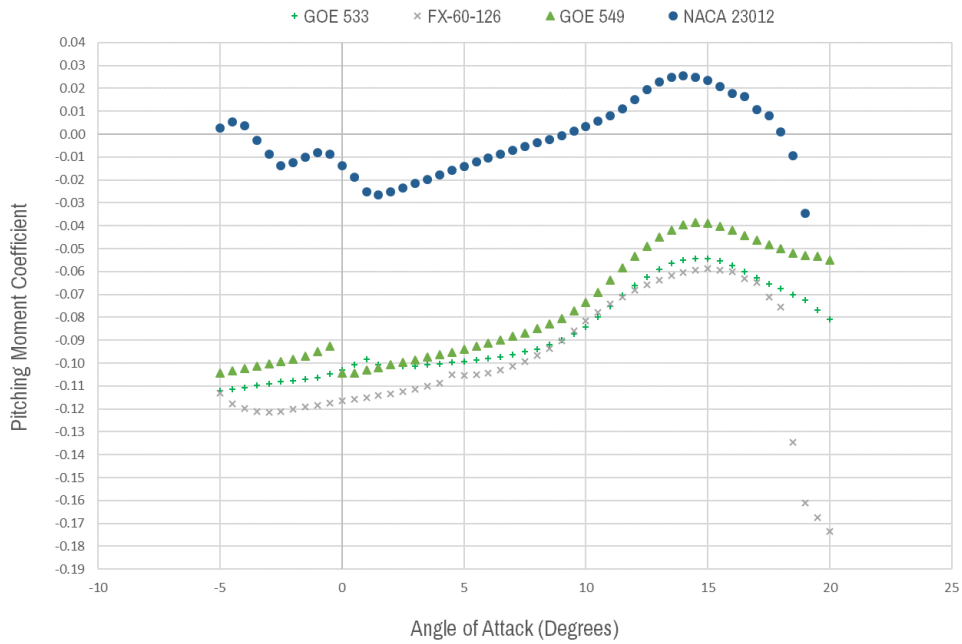
**Figure 9.** Lift coefficients of tip section airfoils changing with angle of attack



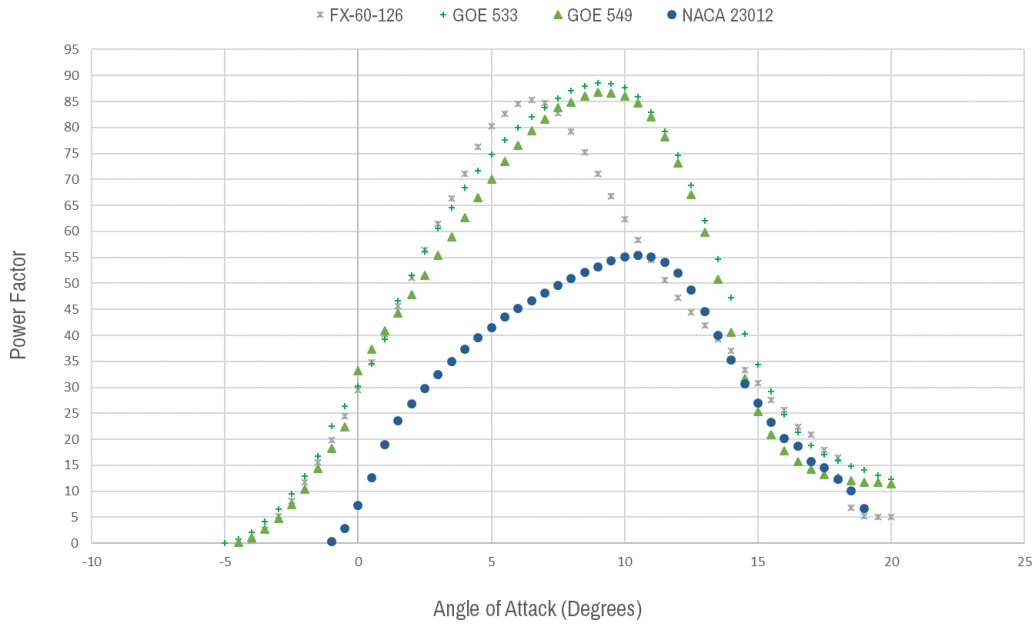
**Figure 10.** Drag coefficients of tip section airfoils changing with angle of attack



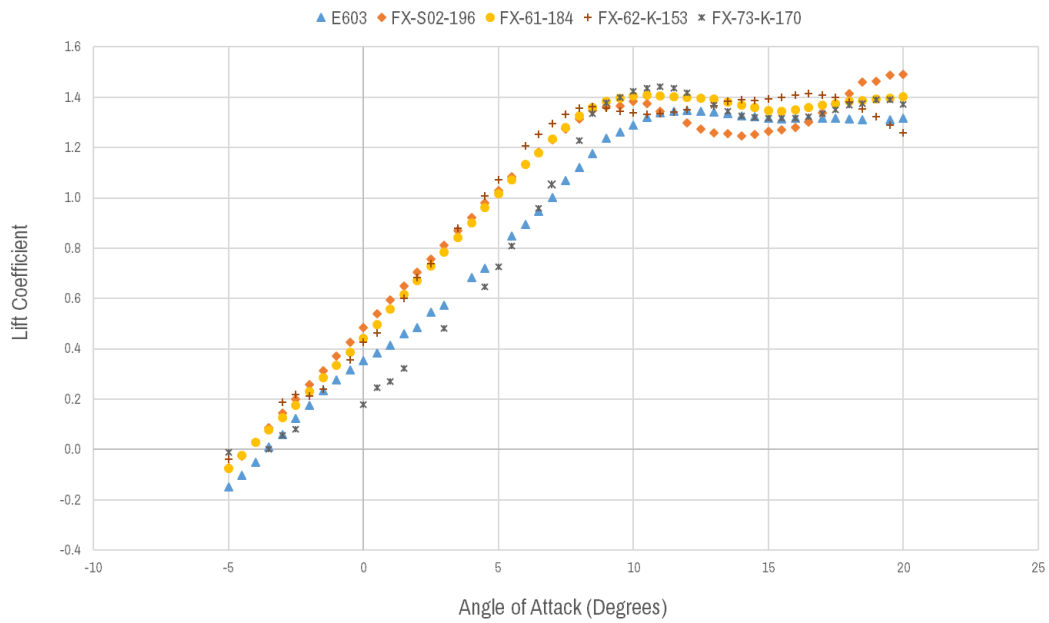
**Figure 11.** Lift to drag ratios of tip section airfoils changing with angle of attack



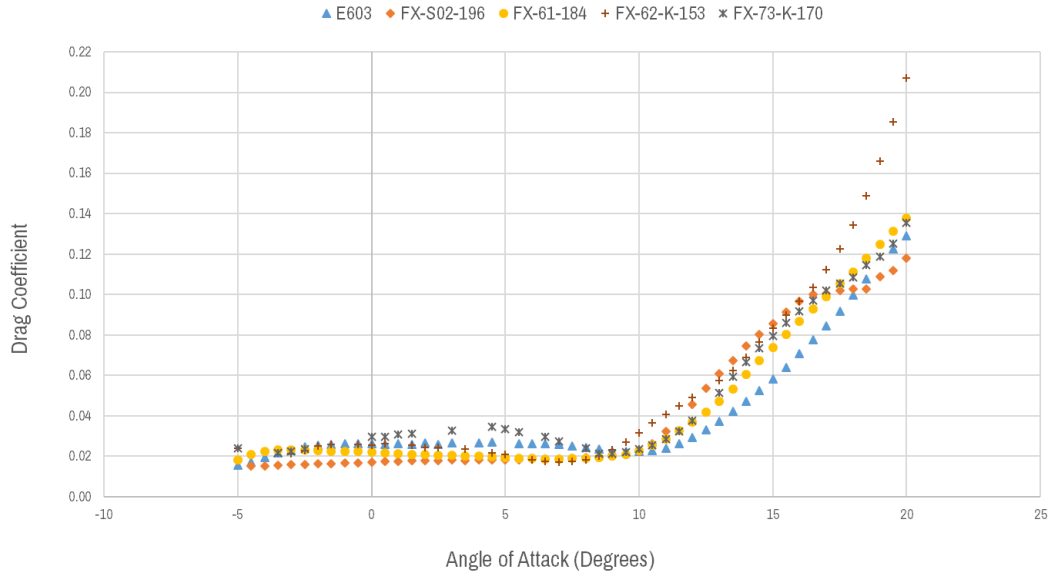
**Figure 12.** Pitching moment coefficients of tip section airfoils changing with angle of attack



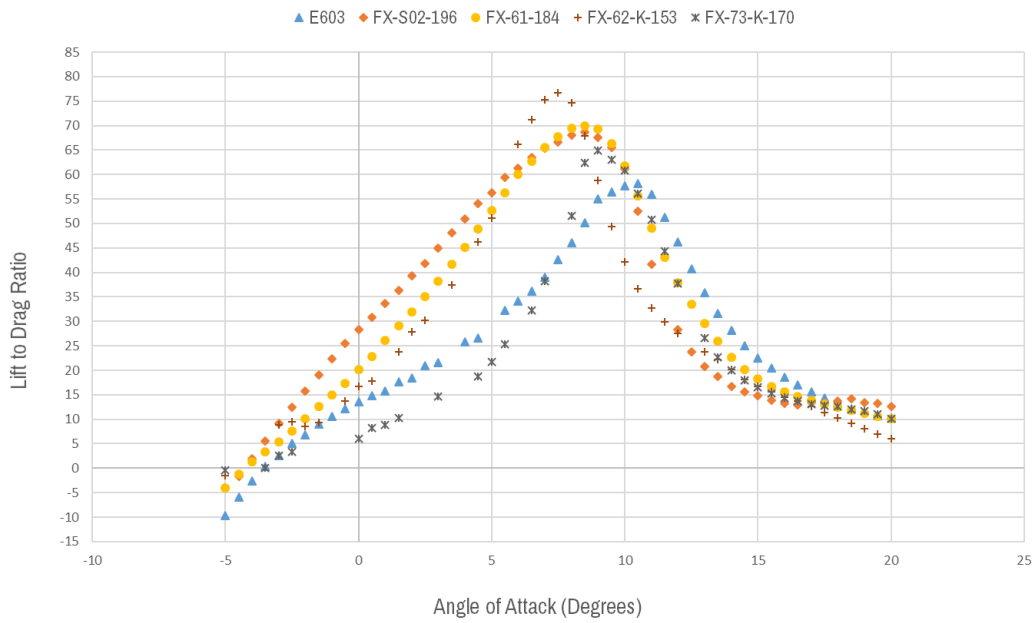
**Figure 13.** Power factors of tip section airfoils changing with angle of attack



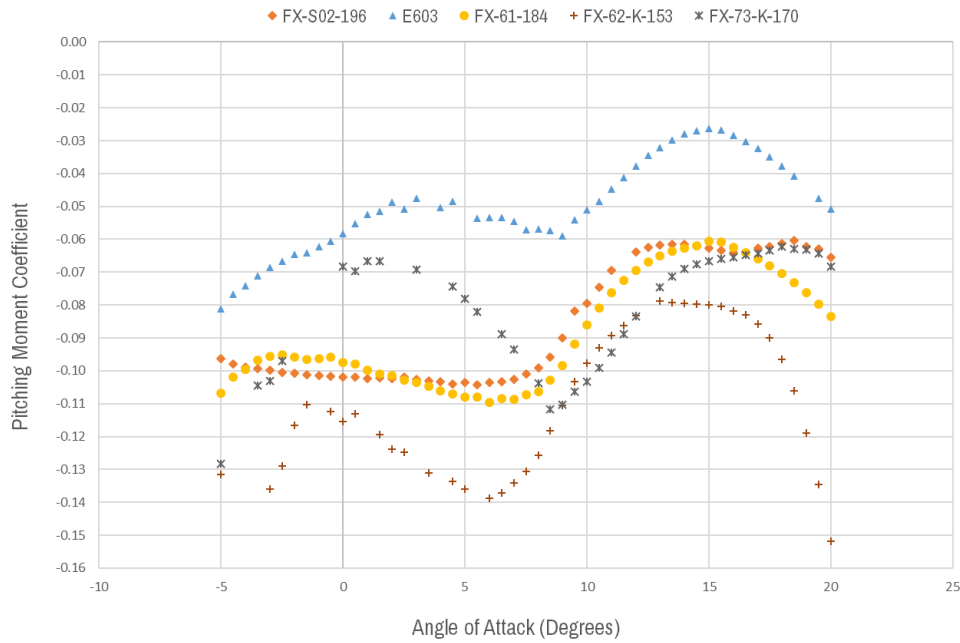
**Figure 14.** Lift coefficients of root section airfoils changing with angle of attack



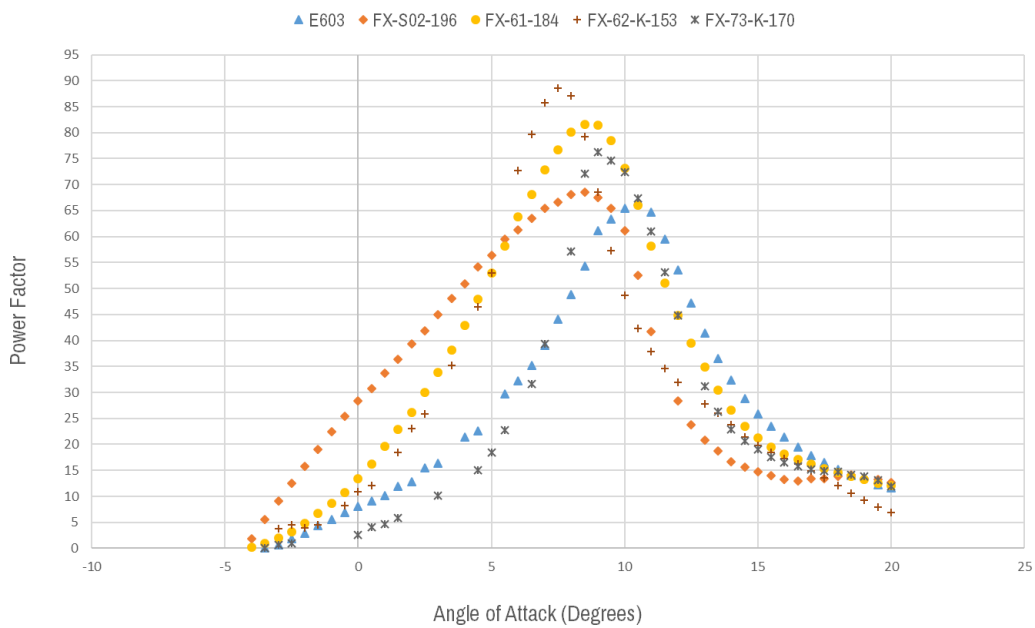
**Figure 15.** Drag coefficients of tip section airfoils changing with angle of attack



**Figure 16.** Lift to drag ratios of tip section airfoils changing with angle of attack



**Figure 17.** Pitching moment coefficients of root section airfoils changing with angle of attack



**Figure 18.** Power factors of root section airfoils changing with angle of attack

#### 4. Conclusion

In this study, with the aim of comparison of airfoils in terms of sailplane aerodynamic performances, nine different airfoils were selected with respect to usage frequency at historical usage data. Additionally, airfoils were grouped with respect to their application trends in the historical usage data at root or tip sections of sailplane wing designs. For the comparison, firstly reliability verification

analyses of XFLR5 were performed and results were validated with the experimental data. Later on, nine different airfoils were analyzed under the same validated conditions. With the results of the analyses, which were at  $2 \times 10^5$  Reynolds number and from -5 to 20 degree angle of attack with 0.5 degree intervals, airfoils were scored from 1 to 5 with respect to determined criteria as stated in Table 4 and Table 5. Consequently, in terms of determined seven criteria, Wortmann FX S02-196 and FX Wortmann FX61-184 airfoils were equally found to be the most efficient airfoils for root section of a sailplane wing design among the selected five root section airfoils. Similarly, in terms of determined seven criteria, GOE 533 airfoil was found to be the most efficient airfoil for tip section of a sailplane wing design among the selected four tip section airfoils.

## References

- Deperrois, A. (2009). XFLR5 Analysis of foils and wings operating at low Reynolds numbers. *Guidelines for XFLR5*.
- Drela, M. (1989). XFOIL: An analysis and design system for low Reynolds number airfoils. In *Low Reynolds number aerodynamics* (pp. 1-12). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Eppler, R., Somers, D. M. (1980). A computer program for the design and analysis of low-speed airfoils.
- Thomas, F., Milgram, J. (1999). *Fundamentals of sailplane design* (Vol. 3). College Park, Maryland: College Park Press.
- Gudmundsson, S. (2013). *General aviation aircraft design: Applied Methods and Procedures*. Butterworth-Heinemann.
- Hansman, R. J., Craig, A. P. (1987). Low Reynolds number tests of NACA 64-210, NACA 0012, and Wortmann FX67-K170 airfoils in rain. *Journal of Aircraft*, 24(8), 559-566.
- Hasan, M., El-Shahat, A., Rahman, M. (2017). Performance Investigation of Three Combined Airfoils Bladed Small Scale Horizontal Axis wind Turbine by BEM and CFD Analysis. *Journal of Power and Energy Engineering*, 5(05), 14.
- Lasauskas, E., Naujokaitis, L. (2009). Analysis of three wing sections. *Aviation*, 13(1), 3-10.
- McGhee, R. J., Walker, B. S., and Millard, B. F. (1988). Experimental Results for Eppler E 387 Airfoil at Low Reynolds Numbers in the Langley Low-Turbulence Pressure Tunnel. *NASA Technical Memorandum-4062*.
- Morgado, J., Vizinho, R., Silvestre, M. A. R., Páscoa, J. C. (2016). XFOIL vs CFD performance predictions for high lift low Reynolds number airfoils. *Aerospace Science and Technology*, 52, 207-214.
- Fрати, S. (1946). *The Glider*. Editore Ulrico Hoepli Milano, Milan, Italy.
- Sudhakar, S., Mishra, S., Ramesh, G., Madhavan, K. T., Ahmed, S. (2011). Experimental Studies on SM4308 Airfoil at Low Reynolds Numbers.
- Vuruşkan, A., Özdemir, U., Yükselen, M.A., İnalhan, G. (2014, September). Dikey İniş Kalkış Yapabilen Bir İnsansız Hava Aracının (Turaç\*) Aerodinamik Analizi. V. *ULUSAL HAVACILIK VE UZAY KONFERANSI*. Kayseri: Erciyes University.
- Wahidi, R., Bridges, D. (2009, June). Experimental investigation of the boundary layer and pressure measurements on airfoils with laminar separation bubbles. In *39th AIAA Fluid Dynamics Conference* (p. 4278).
- Xin, H. U. A., Rui, G. U., JIN, J. F., LIU, Y. R., Yi, M. A., Qian, C. O. N. G., ZHENG, Y. (2010). Numerical simulation and aerodynamic performance comparison between seagull aerofoil and NACA 4412 aerofoil under low-reynolds. *Advances in Natural Science*, 3(2), 244-250.
- URL-1: [http://m-selig.ae.illinois.edu/ads/coord\\_database.html](http://m-selig.ae.illinois.edu/ads/coord_database.html) (Last Update: 12<sup>th</sup> of May 2018)

## Hidrojen Enerji Sistemleri için Artıran Tip Kıyıcı Yapımı

Onur Özdal MENGİ<sup>1\*</sup>, Büşra YİĞİTDOĞAN<sup>1</sup>, Kenan YANMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Giresun, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Giresun, TÜRKİYE

\*Sorumlu Yazar: onur.ozdal.mengi@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.05.2018

Kabul Tarihi: 30.05.2018

### Özet

Yakıt pilleri genel olarak hidrojenden elektrik enerjisi üreten sistemlerdir. Hava ile yakıtın elektrokimyasal tepkimeye girmesiyle yakıttaki kimyasal enerji direkt olarak elektrik enerjisine dönüştürülür. Hidrojen enerji sistemlerinde kullanılan önemli elemanlardan bir tanesi kıyıcılardır. Eviricilerin daha verimli çalışmaları için iyi tasarlanmış kıyıcılar sistemin daha verimli çalışmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada artıran tip kıyıcı devresi tasarlanmıştır. Hem pratik hem de benzetim çalışmaları yapılarak sonuçlar gösterilmiştir. Analiz programı olarak Pspice programı kullanılmıştır. Artıran tip kıyıcı laboratuvar ortamında gerçekleştirilerek denenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yakıt pili, Artıran tip kıyıcı, Hidrojen enerji sistemleri.

## Boost Chopper Making for Hydrogen Energy Systems

### Abstract

Fuel cells are generally systems that generate electricity from hydrogen. By entering the electrochemical reaction of the fuel with air, the chemical energy in the fuel is directly converted to electric energy. One of the important elements used in hydrogen energy systems is the chopper. For inverters to work more efficiently, well-designed choppers ensure that the system works more efficiently. In this work, boost chopper circuit is designed. Both practical and simulated studies have been carried out and the results have been shown. Pspice program was used as the analysis program. The boost chopper has been tested in laboratory environment.

**Keywords:** Fuel cell, boost chopper, Hydrogen energy systems.



## 1. Giriş

Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde birçok güç kaynağı olmasına ve bu kaynaklardan da istenilen gerilim değerleri alınabilmesine rağmen bazı durumlarda güç kaynağından aldığımız değerler yeterli olmamaktadır. Kullanılan malzemede istenilen değerleri elde etmek için çok sayıda batarya ya da genel olarak güç kaynağı istifleri kullanılmakta ve bu da birtakım problemlere yol açmaktadır. Kimi zaman yeterli alan olmamasına kimi zaman ise ağırlık açısından problemler arz etmektedir. Karşılaşılabilecek bu problemlerin bir çözümü olarak ise DC-DC dönüştürücüler kullanılır. Anahtarlama yapan yani anahtarlanan endüktansların enerjilerine göre çalışan bu sistemler 2 grupta incelenirler.

- Endüktanslı (Temel, izolasyonsuz, tek çıkışlı)
- Transformatörlü (izolasyonlu, tek veya çok çıkışlı)

Endüktanslı dönüştürücülerde yer alan Artıran tip kıyıcı yani yükseltici devreler kullanılmaktadır (Bodur, 2010). Artıran tip kıyıcı devreler bir güç kaynağı çıkışındaki düzensiz gerilimin düzenli bir gerilime dönüşmesinde tercih edilen devrelerdir (Çalışkan ve ark., 2017). Artıran tip kıyıcı devreler yani yükseltici tip DC-DC dönüştürücüler girişe uygulanan gerilimi yükün istediği gerilim değerine yükselten dönüştürücülerdir (Bodur, 2005). Bu devrelerin yapısı basittir ve akımı kesintisiz ilettiği için kullanılması oldukça yaygındır. Artıran tip kıyıcı devreler 2 farklı şekilde olabilmektedir. Bunlardan ilki Senkron Yükselten Tip Dönüştürücüdür. Diğeri ise Diyotlu Yükselten Tip Dönüştürücüdür. DC/DC dönüştürücülerin çıkış gerilimlerinin sürekli ve aynı değerde olması istenir. Elektronik elemanların üzerinde oluşan kayıplar veya gerilimde meydana gelen düşmeler dönüştürücülerin çıkışındaki gücü olumsuz yönde etkiler. Bunun gibi problemlerle karşılaşmamak için dönüştürücü devresinin tasarımı ve kontrolü çok iyi yapılmalıdır. Eğer yüksek verimde bir dönüştürücü tasarlanacaksa diyot yerine anahtarlama elemanları kullanılmalıdır (Küçük ve ark., 2016). Artıran tip kıyıcı devresinde kullanılan UC3843 entegresi piyasada rahatça bulunabilen ve ucuza temin edilebilen genel amaçlı bir PWM SMPS kontrol entegresidir. Mosfet sürme özelliği vardır ancak istenirse transistör de sürülebilir. UC3843 DIP8 ve SMD SO8 kılıfta piyasada rahatlıkla bulunabilen bir entegredir.

Bu çalışmada; yakıt pili sistemler için UC3843 entegresi kullanılarak DC/DC yükselten (artıran tip) devre tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmada 8.8V-42V çevirici devre için tasarlanmıştır. Yapılan bu devrenin PCPISE programı ile benzetim çalışması yapılarak devrenin akım gerilim değerleri alınmıştır.

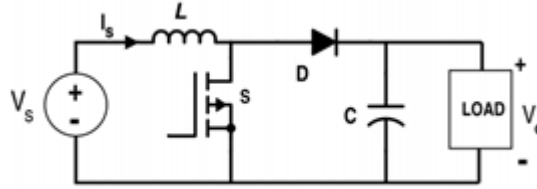
## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Artıran tip DC/DC Dönüştürücü

Artıran tip DC/DC dönüştürücüler Sürekli İletim Modu (CCM) ve Sınır İletim Modu (BCM) olmak üzere 2 grupta incelenir. Genel olarak bir Artıran tip kıyıcı devresi manyatik bir endüktans sayesinde depolanan enerjiyi anahtarlama elamanları sayesinde yüke kontrollü bir şekilde aktaran devrelerdir (Küçük ve ark., 2016). Bu devrelerin amacı ise girişine uygulanan gerilimi daha yüksek gerilimde çıkışa vermesidir. Aşağıda Sürekli İletim Modu ve Sınır İletim Modu daha detaylı incelenmiştir.

#### 2.1.1. Sürekli İletim Modu (CCM)

Sürekli iletim modun da bobinin üzerinden geçen akım hiçbir zaman sıfıra ulaşmaz. Bobinin üstündeki akı sürekli ve bobinin üstünde akı ve akım varken anahtarlama yapılır. (Akyazı, 2018; Akyazı, 2017). Şekil 1’de görülen artıran tip kıyıcı devresini incelemek için anahtarın iletimde ve kesimde olduğu durumlar göz önüne alınmak zorundadır (Kazan, 2012; Gürdal, 2008).



Şekil 1. Artıran tip kıyıcı devresi.

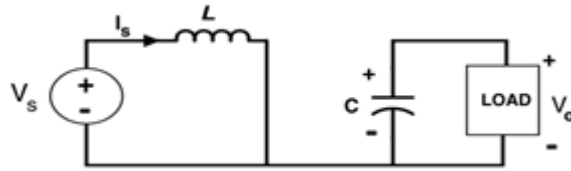
Şekil 2’ de gösterilen anahtarın iletimde olduğu artıran tip kıyıcı devresinin denklemleri aşağıda ifade edildiği gibidir;

$$V_s = V_L$$

$$L_x \frac{d_i}{d_t} = V_s$$

$$\frac{d_i}{d_t} = \text{sabit}$$

(1)



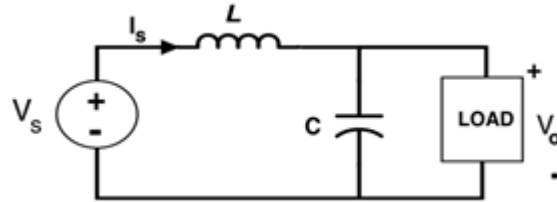
Şekil 2. Anahtar iletimde.

Şekil 3’de gösterilen anahtarın kesimde olduğu Artıran tip kıyıcı Devresinin denklemleri aşağıda ifade edildiği gibidir;

$$V_s = V_L + V_C$$

$$L \frac{di}{dt} = V_s - V_C \quad (2)$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{V_s - V_C}{L}$$



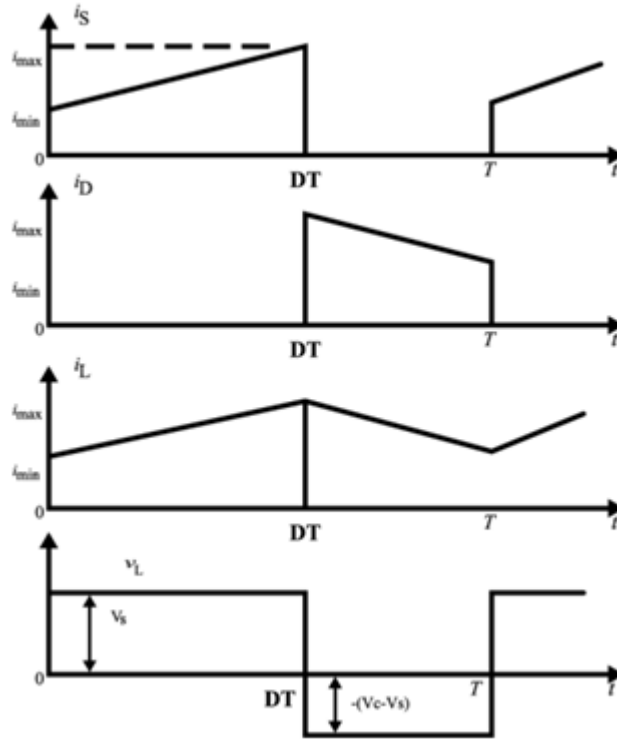
Şekil 3. Anahtar kesimde.

Akım değeri artarken;

$$I_{max} - I_{min} = \frac{V_s}{L} DT \quad (3)$$

Akım değeri azalırken;

$$I_{max} - I_{min} = \frac{V_s - V_C}{L} (1 - D) T \quad (4)$$



Şekil 4. Kaynak Akımı, Diyot Akımı, Bobin Akımı, Bobin Gerilimi.

İndüktör gerilimi denge durumunda iken;

$$V_s DT = (V_s - V_c)(1 - D)T \quad (5)$$

$$V_c = \frac{V_s}{1-D} \quad (6)$$

$$\frac{V_0}{V_s} = \frac{1}{1-D} \quad (7)$$

Ortalama bobin akımı;

$$\frac{I_{max} + I_{min}}{2} \quad (8)$$

Giriş gücü;

$$P_{giriş} = \frac{I_{max} + I_{min}}{2} V_s \quad (9)$$

Çıkış gücü;

$$P_{çıkış} = \frac{V_0^2}{R} = \frac{V_s^2}{(1-D)^2 R} \quad (10)$$

Anahtarlama kaybının olmadığını düşünürsek;

$$P_{giriş} = P_{çıkış} \quad (11)$$

$$I_{max} + I_{min} = 2 \frac{V_s}{(1-D)^2 R} \quad (12)$$

(4) ve (12) denklemlerinden yola çıkılıp işlem yapıldığında;

$$I_{min} = \frac{V_s}{(1-D)^2 R} - \frac{V_s}{2L} DT \quad (13)$$

$$I_{max} = \frac{V_s}{(1-D)^2 R} + \frac{V_s}{2L} DT \quad (14)$$

CCM mod için,  $I_{min} = 0$

$$L_{min} = \frac{(1-D)^2 D}{2} RT \quad (15)$$

Kapasitör üzerindeki voltaj dalgalanma miktarı;

$$\Delta V_C = \frac{\Delta Q}{C} \quad (16)$$

Anahtar iletimdeyken kapasitörün şarj durumu;

$$\Delta V_C = \Delta V_0 = DT \frac{V_0}{RC} \quad (17)$$

$$\Delta V_C = \Delta V_0 = \frac{DTV_s}{(1-D)RC} \quad (18)$$

### 2.1.2. Sınır İletim Modu (BCM)

Bu modda kontrol entegresi bobin üstündeki akımı gözlemler ve akım sıfır olduğu zaman anahtarlama işlemi yapar.

$$V_s DT + (V_s - V_0)(1 - D)T = 0 \quad (19)$$

Her iki taraf T'ye bölünürse;

$$\frac{V_0}{V_d} = \frac{T}{(1-D)T} = \frac{1}{1-D} \quad (20)$$

elde edilir.

Devre kayıpsız kabul edilirse;

$$P_{giriş} = P_{çıkış} \quad (21)$$

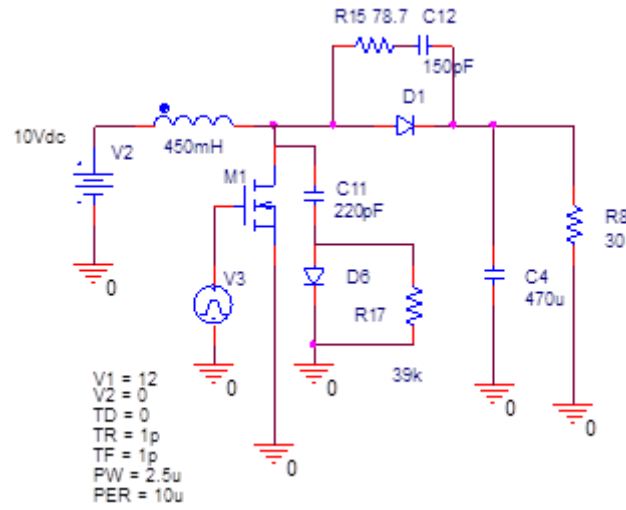
$$V_d I_d = V_0 I_0 \quad (22)$$

$$\frac{I_0}{I_d} = 1 - D \quad (23)$$

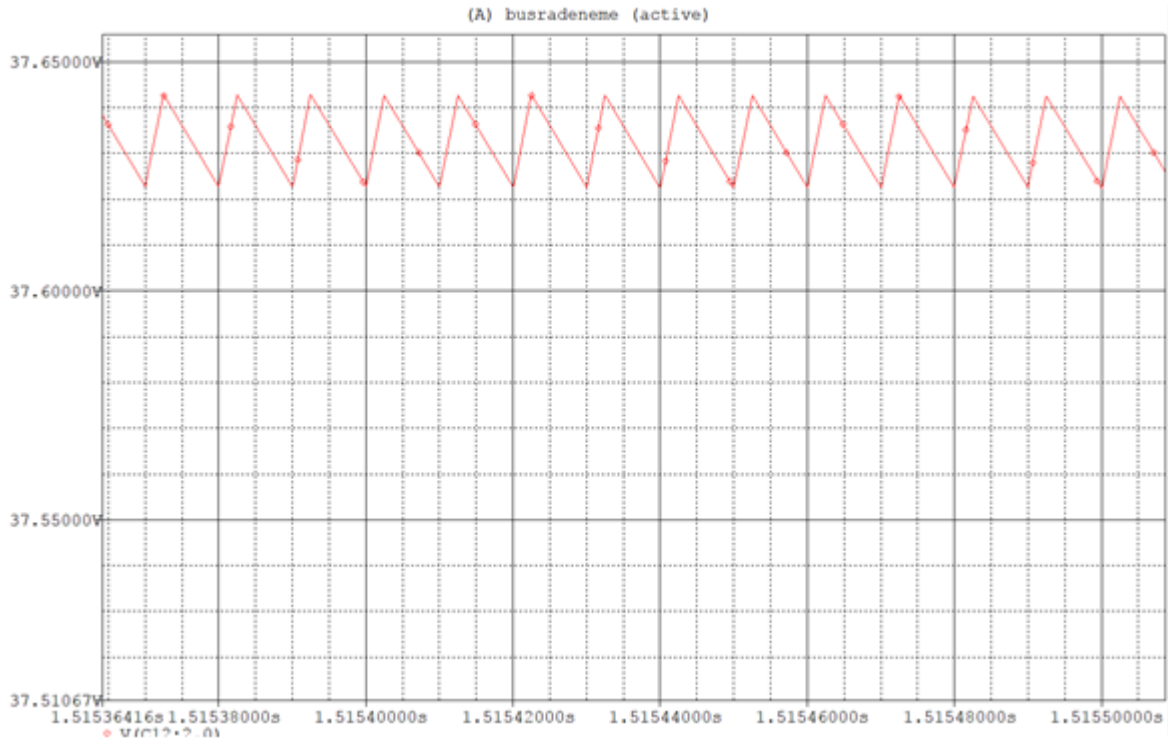
elde edilir.

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

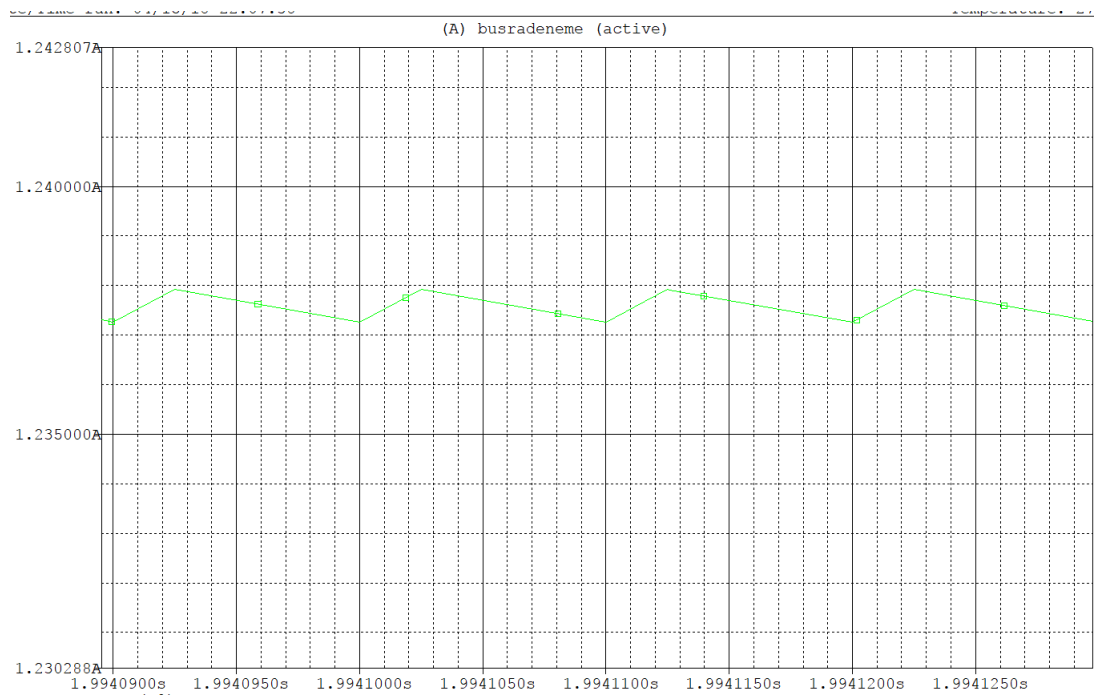
Tasarlanan artıran tip kıyıcı devresinin Pspice modeli Şekil 5'te görülmektedir.



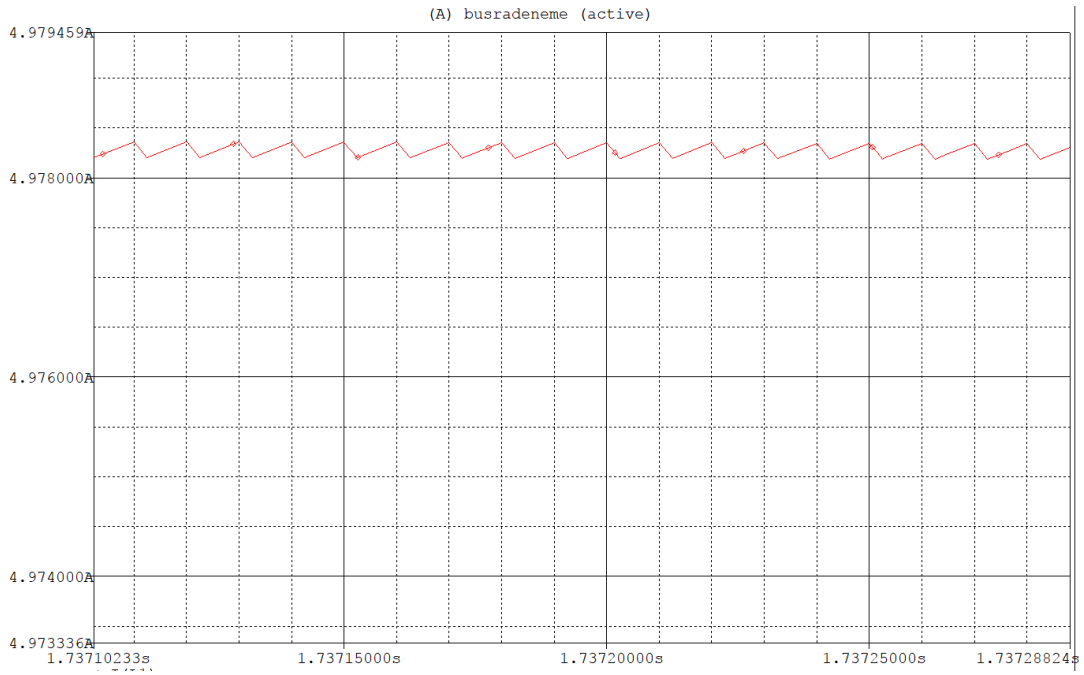
Şekil 5. Artıran tip kıyıcının Pspice modeli.



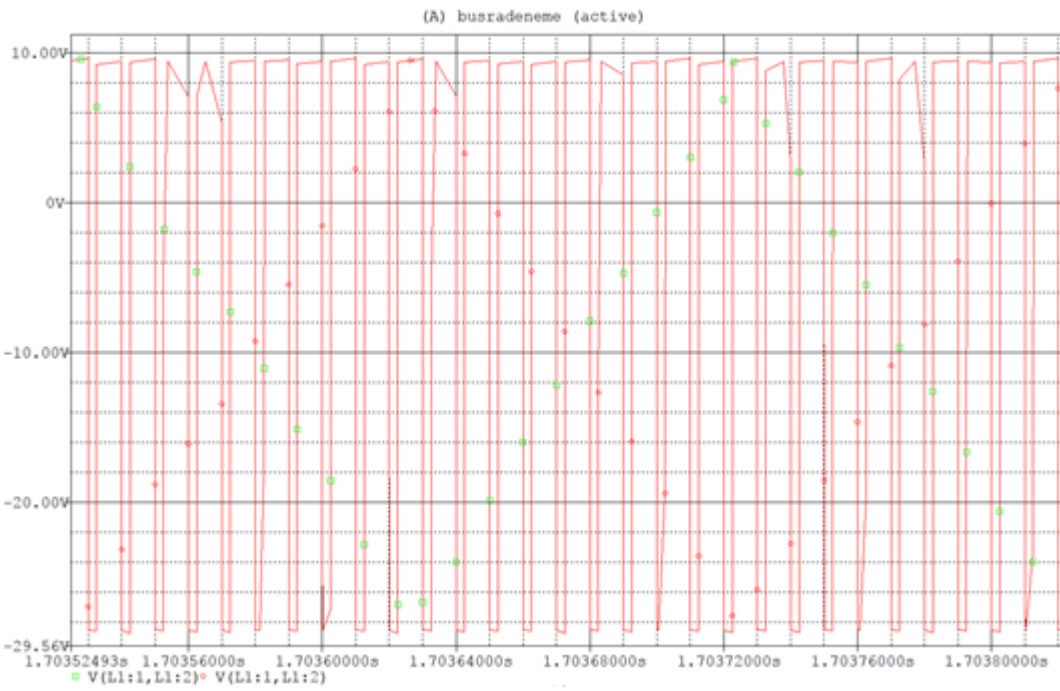
Şekil 6. Çıkış Gerilimi.



Şekil 7. Çıkış Akımı.



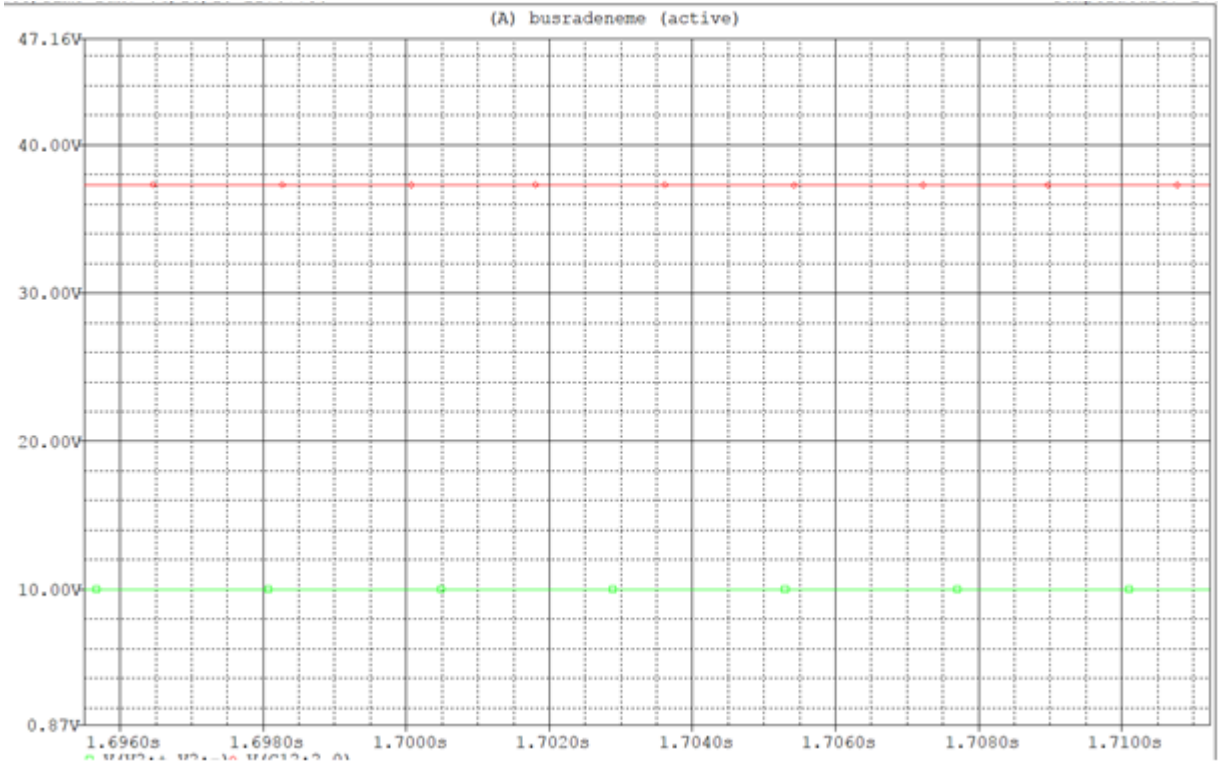
Şekil 8. Bobin Akımı.



Şekil 9. Bobin Gerilimi.

Şekil 9’da bobin gerilimi için yapılan benzetim çalışmasında 2 saniyede ve adım aralığı automatic olarak yapıldığı için bazı noktalardaki dalga şekli bozuk görülmektedir.

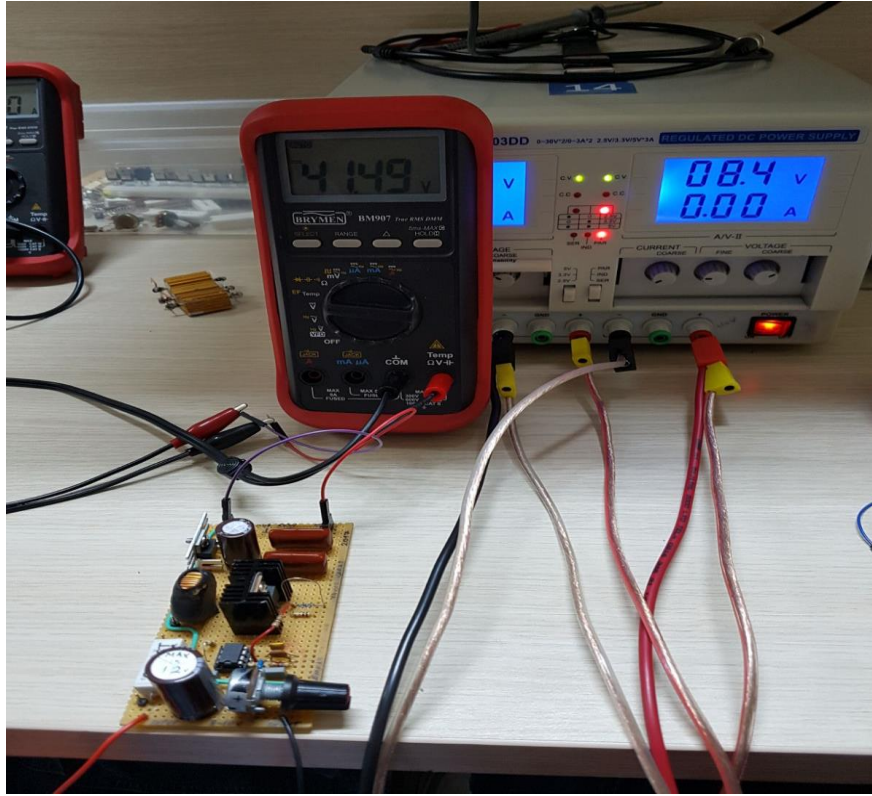




Şekil 10. Devrenin Giriş ve Çıkış Gerilimi.

Şekil 11’de yeşil dalga devrenin giriş gerilimini, kırmızı dalga ise devrenin çıkış gerilimini vermektedir. Benzetim çalışmasında da görüleceği üzere devrenin yükseltme oranı yaklaşık olarak 3.7 katıdır.

Yapılan bu uygulamalı çalışmada kaynak olarak yakıt pilleri kullanılmıştır. Kurulan Artıran tip kısıyıcı devresi boştaiken giriş gerilimi 8.8V- 10V arasına ayarlandığında, ayarlı direnç maksimum seviyeye getirildiği zaman çıkış gerilimi yaklaşık olarak 41,46 V elde edilir. Bu durumda 4.71 kat gerilim yükselme vardır. Yük yaklaşık olarak  $51\Omega$ ’dur. Giriş gerilimi 8.8 V, giriş akımı da 0.96 A’dir. Çıkış gerilimi 41,46 V, çıkış akımı ise 0.58 A’dir. Bu durumda çıkış gücü yaklaşık olarak 24 W’tır.



Şekil 11. Deneysel sistem.

### Teşekkür

Bu çalışma, Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından 2016 yılında kabul edilen ve başlanan “Hidrojen Enerji Sistemleri için Kıyıcı Yapımı” isimli FEN-BAP-A-101016-136 numaralı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı BAP birimine teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akyazı, Ö., (2018). GA-Based Fuzzy Logic Controller with Booster Type DC-DC Converter. *Technological Applied Sciences*, 13(1),34-43.
- Aktazi, Ö., (2017), SPO Based Fuzzy Logic Control Design for A DC/DC Boost Converter, *Mugla Journal of Science and Technology*, 1, 58-63.
- Bodur, H., (2010). *Güç Elektroniği*. İstanbul: Birsen Yayıncılık.
- Bodur, H., Aksoy, İ., ve Bakan, A.F., (2005). PWM DC-DC Dönüştürücülerde ZVT ve ZCT Tekniklerine Genel Bir Bakış. *Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi*, İstanbul, 390-393.
- Çalışkan A. Ünal S., Orhan A., (2017). Buck-Boost Dönüştürücü Tasarımı, Modellenmesi ve Kontrolü. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(2), 265-268.
- Gürdal, O., (2008) *Güç Elektroniği*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Kazan, S., (2012). *Boost Dönüştürücü Kullanılarak Elektrikli Araçlarda Kullanılan Bataryalar için Şarj Ünitesi Tasarımı*. Lisans bitirme tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Küçük, T.V., Özbay, H., Cantaş, Y., Karabacak, M. ve Kale, M., (2016). Yüksek Frekans DA/DA Senkron Yükselten Dönüştürücü Tasarımı, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 772-781.

## **Hatay'da Farklı Bölgelerde Yetiştirilen Zeytin Yapraklarının Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi**

Hatice DANAHALİLOĞLU<sup>1\*</sup>, Yener TEKELİ<sup>2</sup>, Sezer GÖYCİNCİK<sup>1</sup>, Figen YILDIRIM

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Hatay, Türkiye

<sup>2</sup>Adıyaman Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Adıyaman, Türkiye

**Geliş Tarihi:** 13.03.2018

**Kabul Tarihi:** 21.05.2018

**Sorumlu Yazar:** hkara@mku.edu.tr

### **Özet**

Bu çalışmada, Hatay'da farklı bölgelerde yetiştirilen Halhalı türü zeytin (*Olea europaea*) ağaçlarının yapraklarının metanol ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocaltaeu yöntemi ile tayin edilmiştir. Antioksidan özelliklerini belirlemek için kullanılan diğer yöntemler 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikal süpürme yöntemi, demir indirgeme gücü (FRAP) metodu ve  $\beta$ -karoten-linoleik asit emülsiyon yöntemidir. Sonuçlar standart antioksidanlar bütillendirilmiş hidroksi anisol (BHA), ve bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) ile kıyaslanmıştır. İncelenen tüm bölgelerin zeytin yapraklarının antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin yaprağı, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, DPPH

## **Determination of Antioxidant Properties of Olive Leaves Grown in Different Regions in Hatay**

### **Abstract**

In this study; antioxidant activities of metanol extracts of olive leaf (*Olea europaea*) which is grown in different parts of Hatay were determined. Total phenolic contents were determined by the Folin-Ciocaltaeu method. The other methods used to determine the antioxidant characteristics were 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging method, ferric ion reducing power (FRAP) and  $\beta$ -carotene-linoleic acid emulsion method. The results were compared with the standard antioxidants butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT). It was determined that olive leaves in all regions examined had antioxidant activity.

**Keywords:** Olive leaf, total phenolic content, antioxidant activity, DPPH

## 1. Giriş

Zeytin yaprakları zeytin hasadı sırasında elde edilen önemli bir yan ürün olup, toplam zeytin ağırlığının %10'u kadar bulunmakta ve zeytin ağaçlarının budanması sırasında toplanmaktadır (Guinda et al., 2004).

Zeytin yaprakları yüzyıllardır tıbbi amaçla kullanılmıştır. Yazılı tarihte bolluk, görkem ve barışın sembolü olarak sıklıkla adı geçen zeytin ağacının yaprakları, yarışmaların ve savaşların galiplerine taç olarak takılan simgesel bir anlama sahiptir (Guinda ve ark.,2004; Silva ve ark., 2006; Erbay ve İçier, 2008; Boudhrioua ve ark., 2009; Bahloul ve ark., 2009; Castro ve Capote, 2010; Tsimidou ve Papoti, 2010).

*Olea europaea* bitkisinin farklı kısımlarının ülkemizde ve yurt dışında kullanımı oldukça yaygındır. İtalya'da yapraklardan hazırlanan dekoksasyonun ateş düşürücü olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Capasso ve ark., 1982). Fas'ta yapılan bir çalışmada, *Olea europaea* yapraklarının halk arasında hipotansif, hipoglisemik, kolagog, anthelmentik, antiseptik olarak, ayrıca ağız hijyeninin sağlanmasında ve saç dökülmesine karşı kullanıldığı belirlenmiştir (Ziyyat ve ark., 1997). Agalias ve arkadaşları, yapraklardan hazırlanan dekoksasyonun halk tıbbında hipertansiyon, aritmi, intestinal kas spazmları ve kanser tedavisinde kullanıldığını rapor etmişlerdir (Agalias ve ark., 2005).

Zeytin yaprakları fonksiyonel değere sahip olan biyoaktif bileşenlerin doğal bir kaynağıdır. Zeytin yaprağında bulunan fenol bileşenlerinin pek çoğunun antioksidan, antifungal, antibakteriyel özellikler gibi pek çok biyolojik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Ferreira ve ark., 2007; El ve Karakaya, 2009; Jemai ve ark., 2009; Boudhrioua ve ark., 2009). Zeytin ağacı yan ürünlerinin ekstraktları oksidatif parçalanmaları önleyebilen fenolik bileşikler gibi önemli antioksidanları içermesi nedeniyle kozmetik, tıp, farmasüitik ve gıda endüstrisinde kullanılabilir (Jemai ve ark., 2009; Boudhrioua ve ark., 2009 ; Bouaziz ve ark., 2010). Zeytin yaprakları yüksek bir biyolojik değer katan bir kaynak olarak kullanıldığında sağlıklı, güvenli, ucuz, etkili ve alternatif bir antioksidan kaynağıdır ve gıda ürünlerinin duyuusal ve besinsel özelliklerindeki kayıpları önleyerek raf ömrünü uzatma özelliğine sahiptir (Jemai ve ark., 2009; Boudhrioua ve ark., 2009; Bouaziz ve ark., 2010).

## 2. Materyal ve Metot

Zeytin yaprakları Hatay'ın Batıyaz Çakallı, Çetenli, Hassa, Kırıkhan, Kuruyer ve Üzümdalı bölgelerinden halhalı türü ağaçlardan toplanmıştır.

## 2.1. Zeytin Yaprağından Drog Hazırlama

Analizlerde kullanılacak drogları hazırlamak için zeytin yaprakları kurutularak mekanik yollarla toz haline getirilmiştir. Toz haline getirilen yapraklara metanol ekstraksiyonu yapılmıştır. Numunelerin üzerine metanol ilave edilerek 40 °C’ de 3 saat süreyle ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Metanol evaporatörde vakum altında 40 °C’de uzaklaştırılmıştır. Kalan hafif metanollü kısım petri kaplarına alınarak liyofilizatöre konulmuştur. Böylece kalan metanol de tamamen uzaklaştırılmıştır. Liyofilize edilerek tamamen kurutulan droglar analiz edilene kadar +4 °C ‘de saklanmıştır.

## 2.2. Antioksidan Aktivite Tayin Yöntemleri

### 2.2.1. Toplam Fenolik Madde Konsantrasyonu

Toplam fenolik madde konsantrasyonu Folin-Ciocaltaeu Yöntemi ile belirlenmiştir. Antioksidanların toplam fenolik içeriğini ölçmek için geliştirilmiş olan bu yöntemde kullanılan folin reaktifi fosfomolibdat ve fosfotungstat karşımı bir reaktif olup, fenolik bileşiklerle sadece bazik ortamlarda reaksiyon verirler. Ortamda bulunan Mo (VI) indirgeyiciler tarafından Mo (V)'e indirgenir ve oluşan yeşil-mavi renk spektrofotometrik olarak 765 nm’de ölçülür.

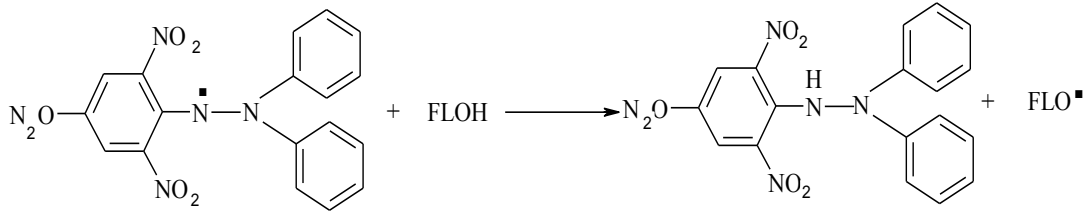


Deney tüpüne 0,5 mg/ml derişimde hazırlanan numune çözeltisinden 0,25 ml alınarak sırasıyla 1:10 oranında seyreltilmiş Folin reaktifinden 1,25 ml ve % 10’luk Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisinden 3,75 ml ilave edilmiştir. Aynı işlemler 0,5 – 0,03125 mg/ml aralığında beş farklı konsantrasyondaki gallik asit için de yapılmıştır. Karanlıkta, ağzı kapalı olarak inkübe edilen örneklerin absorpsiyon değerleri 765 nm’de metanol körüne karşı ölçülmüştür. Numunelerde bulunan toplam fenolik madde miktarı gallik asit standart eğrisinden yararlanılarak bulunmuştur. Sonuçlar 1 gram bitkideki mg GAE (gallik asit eşdeğeri) olarak hesaplanmıştır.

### 2.2.2. DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) Radikal Süpürme Etkisi

Blois tarafından ilk olarak 1958 yılında geliştirilmiş olan bu yöntem, antioksidanların kararlı bir serbest radikal olan DPPH radikalini süpürme etkilerini ölçmeye dayalı bir yöntemdir. Serbest bir radikal olan DPPH molekülünün, hidrojen atomu verme eğilimi olan bir molekül (antioksidan) ile etkileşmesi sağlanır. Mor renkli DPPH radikalinin çözeltisi 517 nm’de maksimum absorpsiyon verir. Etanol veya metanollü DPPH çözeltisine antioksidanın ilave edilmesiyle radikal indirgenir,

renge sarıya döner ve absorbansta düşüş meydana gelir. Absorbansının düşmesi yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin göstergesidir.



Şekil 1. DPPH ve antioksidanlar arasındaki tepkime

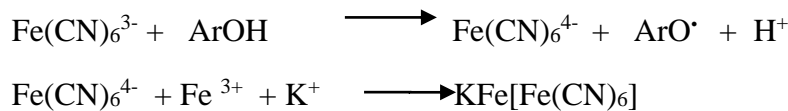
Drogların radikal süpürme aktiviteleri Brand Williams, Culivier ve Berset (1995) metoduna göre belirlenmiştir. Drogların ve sentetik antioksidan olan BHA ve BHT'nin 0,5 mg/ml derişimde çözeltileri hazırlanmıştır ve 1:1 oranında seyreltilerek 5 farklı derişimde çözeltileri elde edilmiştir. Deney tüplerine bu örneklerden 1,25 ml alınarak üzerlerine derişimi  $6 \times 10^{-5}$  M olan DPPH çözeltilisinden 3,75 ml ilave edilmiştir. Tüpler karıştırıldıktan sonra karanlıkta ve oda sıcaklığında yarım saat bekletilmiştir. Daha sonra 517 nm'de metanol körüne karşı absorban değerleri ölçülmüştür. Numune ve sentetik antioksidanların % inhibisyon değerleri aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (A_0 - A_{\text{numune}} / A_0) \times 100$$

% inhibisyon değerlerinden faydalanılarak DPPH serbest radikalinin yarısının süpürülmesi için gerekli olan numune konsantrasyonları ( $IC_{50}$  değerleri) hesaplanarak sentetik antioksidanlar olan BHT ve BHA ile kıyaslanmıştır.

### 2.2.3. FRAP İndirgeme Gücü

Bu yöntemde,  $Fe(CN)_6^{3-}$  indirgenir ve oluşan  $Fe(CN)_6^{4-}$ ,  $Fe^{+3}$  ile tepkimeye girerek 700 nm'de maksimum absorbsiyon veren  $Fe[Fe(CN)_6]^-$  kompleksini oluşturur (Hue ve ark., 2012). Reaksiyon sonucu koyu mavi renk kompleks oluşur ve kompleksin absorbanı ne kadar yüksekse indirgeme gücü de o kadar yüksek olur.

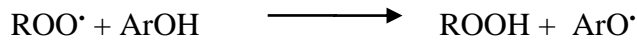


Numunelerin indirgeme gücü Oyaizu (1986) metoduna göre belirlenmiştir. Drogların 5 farklı konsantrasyonda metanolik çözeltileri hazırlanmıştır (0,4-0,025 mg/ml). Hazırlanan her bir çözeltiden deney tüplerine 2,5 ml numune alınmıştır. Her birinin üzerine 0,2 M 2,5 ml fosfat

tamponu ve %1'lik potasyum ferrsiyonür çözeltisinden ilave edilmiştir. Tüpler 50 °C'de 20 dakika boyunca su banyosunda inkübe edilmiştir. Daha sonra 2,5 ml %10'luk trikloroasetik asit (TCA) ilave edilip, 10 dakika boyunca 3000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Süpernatandan 2,5 ml alınarak başka tüplere aktarılmıştır ve 2,5 ml deiyonize su eklenmiştir. %1'lik FeCl<sub>3</sub> ilave edildikten sonra oluşan yeşil renkli çözeltilerin absorbanları spektrofotometrede 700 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Uygun hesaplamalar ile sentetik antioksidanlar ve numune için FRAP değeri hesaplanmıştır. Standart olarak askorbik asit (0,4-0,025 mg/ml) kullanılmıştır.

#### 2.2.4. β- Karoten- Linoleik Asit Emülsiyon Yöntemi

Bu metot, linoleik asidin ısı ve hava oksidasyonu sonucu oluşan alkil peroksitler tarafından beta karotenin renk açılımının 470 nm'de spektrofotometrik olarak izlenmesi temeline dayanır. Çözücü ve pH etkisinden bağımsız olan bu reaksiyon hidrojen atom transferi ile çok kısa sürede gerçekleşir.



Metod Kaur ve Kapoor'un (2002) β-karoten-linoleik asit emülsiyon sistem metoduna göre yapılmıştır. İlk olarak β-karoten linoleik asit emülsiyon çözeltisi hazırlanmıştır. Bu işlem için 0,2 mg β- karoten, 1 ml kloroformda çözülerek üzerine % 60'luk 0,02 ml linoleik asit çözeltisi ve 200 mg Tween 40 ilave edilmiştir. Kloroform 40 °C'de vakum altında evaporatörde tamamen uzaklaştırıldıktan sonra karışım oksijenle doyurulmuş olan 100 ml deiyonize suda çözülmüştür. Şiddetli şekilde karıştırılmıştır.

Numunelerin ve karşılaştırılmak üzere kullanılan sentetik antioksidan BHA ve BHT'nin konsantrasyonu 2 mg/ml olacak şekilde metanolde hazırlanmıştır. Deney tüplerine hazırlanmış olan numune, BHA ve BHT çözeltilerinden 0.2'şer ml alınarak üzerlerine 4.8 ml hazırlanan emülsiyon çözeltisinden ilave edilmiştir. Kontrol numunesi olarak metanol kullanılmıştır. İçerisine 0,2 ml metanol alınan tüpe 4,8 ml β-karoten-linoleik asit emülsiyon çözeltisi eklenmiştir. Deney tüplerindeki numunelerin ve kontrol çözeltisinin absorbanı 470 nm'de okunmuştur (A<sub>0</sub>). Ardından 50 °C'de su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Bu andan itibaren inkübasyondaki çözeltilerin absorbanı her 15 dakikada bir olmak üzere toplam 120 dakika boyunca okunmuştur. Bu absorbanlardan yararlanılarak absorban değişim oranı (ΔA) ve buna bağlı olarak da % oksidasyonu engelleme katsayıları hesaplanmıştır.

$$\text{Absorbans değişimin oranı } ((\Delta A)) = \frac{\ln ( A_0 / A_t )}{t}$$

$A_0 = t_0$  anındaki absorbans

$A_t = t$  anındaki absorbans ( $t= 120$  dk)

$$\% \text{ Oksidasyonu engelleme} = \frac{[ AO_{(kontrol)} - AO_{(numune)} ]}{AO_{(kontrol)}} \times 100$$

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toplam Fenolik Madde Konsantrasyonu

Örneklerin içerdiği toplam fenolik madde miktarları 1 g ekstre içindeki mg Gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 1.** Fenolik madde miktarları

Bölge Adı	mg GAE/g ekstre
Batıyaz	80,75 ± 15,34
Çakallı	60,12 ± 12,67
Çetenli	34,82 ± 1,59
Hassa	39,84 ± 12,48
Kırıkhan	84,39 ± 9,06
Kuruyer	169,49 ± 6,77
Üzümdalı	21,99 ± 3,64

Tablo 1’de görüldüğü gibi toplam fenolik madde içeriği en yüksek bölge Kuruyer, en düşük bölge ise Üzümdalı’dır. Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri 21,994 – 169,487 aralığındadır. Fenolik madde miktarları yüksekten düşüğe doğru Kuruyer > Kırıkhan > Batıyaz > Çakallı > Hassa > Çetenli > Üzümdalı şeklindedir. İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsünden toplanan zeytin yapraklarında bu miktar 197,42 mg GAE/g olarak bildirilmiştir (Aytul, K.K., 2010). Kilis yağlık çeşidi zeytin yapraklarında toplam fenolik madde içeriği 103,35 mg GAE/g, Kilis Gemlik çeşidinde ise 97,14 mg GAE/g olarak bildirilmiştir (Doğançay, G., 2013).



### 3.2. DPPH Radikal Süpürme Etkisi

Örneklerin ve sentetik antioksidanlar BHA ve BHT'nin % inhibisyon değerleri hesaplanarak Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Örnekler ve sentetik antioksidanların % inhibisyon değerlerinin karşılaştırılması

	Konsantrasyon (mg/ml)				
	5	2,5	1,25	0,625	0,3125
<b>BHA</b>	96,92 ± 0,45	96,92 ± 0,32	96,69 ± 0,14	96,13 ± 0,38	93,75 ± 0,55
<b>BHT</b>	92,09 ± 3,34	89,54 ± 4,99	85,88 ± 6,58	82,33 ± 4,85	69,38 ± 3,10
<b>Batıayaz</b>	95,53 ± 0,11	93,34 ± 0,29	87,66 ± 0,73	83,96 ± 1,81	62,49 ± 1,07
<b>Çakallı</b>	91,75 ± 0,62	90,00 ± 0,55	87,62 ± 0,87	76,43 ± 4,17	63,72 ± 3,84
<b>Çetenli</b>	91,67 ± 0,79	88,26 ± 0,43	75,63 ± 0,79	56,48 ± 1,28	43,86 ± 1,10
<b>Hassa</b>	88,51 ± 2,56	76,15 ± 3,59	52,86 ± 2,33	41,99 ± 0,95	35,29 ± 1,19
<b>Kırıkhan</b>	96,92 ± 0,21	95,06 ± 0,12	92,90 ± 1,29	91,11 ± 0,13	70,99 ± 5,54
<b>Kuruyer</b>	96,19 ± 0,46	95,69 ± 0,05	94,22 ± 0,06	91,38 ± 0,29	85,65 ± 0,30
<b>Üzümdalı</b>	91,00 ± 0,19	80,39 ± 0,56	58,12 ± 0,63	44,79 ± 1,20	36,64 ± 1,33

% İnhibisyon değeri ne kadar yüksekse radikali süpürme etkisi o kadar fazladır. Tablo 2'de görüldüğü gibi tüm bölgeler yüksek derişimde yüksek inhibisyon göstermiştir. Kuruyer ve Kırıkhan bölgesi düşük derişimlerde de yüksek inhibisyon değerine sahip olup sentetik antioksidan olan BHT'den daha yüksek antioksidan etki göstermiştir. Hassa ve Üzümdalı ise antioksidan aktivitesi en düşük bölgelerdir.

Bouaziz ve Sayadi, Metanol-su kullanarak elde edilen zeytin yaprağı ekstraktının IC<sub>50</sub> değerinin, BHT'den daha yüksek, dolayısıyla daha düşük radikal süpürme etkisine sahip olduğunu bulmuşlardır. Harp, Gemlik, Domat, Adana Topağı ve Adana Yerli zeytin yapraklarının etanol-su kullanılarak elde edilen zeytin yaprağı ekstraktlarının BHT' den daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmiştir.

### 3.3. FRAP İndirgeme Gücü

Örneklerin molar absorplama katsayılarının, askorbik asidin molar absorplama katsayısına bölünmesiyle FRAP değerlerine ulaşılmıştır. Örnekler ile sentetik antioksidanlar BHA ve BHT'nin hesaplanan FRAP değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Örneklerin FRAP değerleri

Örnekler	FRAP Değerleri
BHA	0,96 ± 0,03
BHT	0,33 ± 0,004
Batıayaz	0,11 ± 0,01

Çakallı	0,15 ± 0,01
Çetenli	0,19 ± 0,002
Hassa	0,15 ± 0,01
Kırıkhan	0,21 ± 0,02
Kuruyer	0,41 ± 0,05
Üzümdalı	0,14 ± 0,03

Tablo 3'te görüldüğü üzere en yüksek indirgeme kapasitesi BHA'ya aittir. Ancak BHT'nin indirgeme gücü örnek Kuruyer'den daha düşük değerde kalmıştır. Örnekler kendi aralarında kıyaslandığında ise Kuruyer'den sonra en büyük indirgeme kapasitesi Kırıkhan'a aittir. Salah ve ark., Tunus bölgesinden toplanan farklı tür zeytin yapraklarında yapılan incelemelerde FRAP değerleri 0,54 ve 0,83 aralığında olduğunu belirlemişlerdir.

### 3.4. β- Karoten- Linoleik Asit Emülsiyon Yöntemi

Belirli zamanlarda ölçülen absorbans değerleri kullanılarak örneklerin ve sentetik antioksidanlar olan BHA ve BHT'nin % inhibisyon değerleri hesaplanmış ve Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** % İnhibisyon değerleri

Örnekler	% İnhibisyon
BHA	98,5 ± 1,05
BHT	95,58 ± 1,73
Batıyaz	69,81 ± 7,88
Çakallı	47,96 ± 8,32
Çetenli	55,23 ± 5,19
Hassa	41,32 ± 2,83
Kırıkhan	69,99 ± 3,27
Kuruyer	65,49 ± 2,35
Üzümdalı	72,89 ± 5,52

% İnhibisyon değeri ne kadar fazla ise oksidasyonu engelleme aktivitesi o kadar yüksektir. Yani % İnhibisyon değeri büyük olan kuvvetli antioksidandır. % İnhibisyon değerleri yüksekten düşüğe doğru sıralandığında Üzümdalı > Kırıkhan > Batıyaz > Kuruyer > Çetenli > Çakallı > Hassa şeklinde olduğu Tablo 4'te görülmektedir. Chemlali ve Chetoui çeşitleri %70 inhibisyon değeri ile BHT kadar güçlü antioksidan etkiye sahip olup, Lucques, Meski, Sevilane, Gerboua ve Limouni çeşitleri eşit inhibisyon değerine sahip ve daha az etkili, Rosicola çeşidinin ise en düşük aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Elde edilen sonuçlara göre Hatay bölgesinde yetiştirilen zeytin ağacı yapraklarının yüksek antioksidan etkiye sahip olduğundan serbest radikallerin yol açtığı hasarlı hücre oluşumunu önleyebileceği, aynı zamanda ucuz, güvenli ve kolay ulaşılabilir olduğundan çeşitli amaçlarla standart antioksidanlar olan BHA ve BHT'ye alternatif olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 9461 nolu proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Agalias A., Melliou E., Magiatis P., Mitaku S., Gikas E., Tzarbopoulos A. (2005). Quantitation of oleuropein and related metabolites in decoctions of *Olea europaea* leaves from ten Greek cultivated varieties by HPLC with diode array detection (HPLC-DAD), *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 28,1557-1571.
- Aytul, K.K., (2010). *Zeytin Yaprığı Özütünün Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktiviteleri ve Gıda Uygulamaları*. Doktora Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir.
- Bahloul, N., Nourhene, B., Kouhila, M., Kechaou, N., (2009). Effect of Convective Solar Drying On Colour, Total Phenols and Radical Scavenging Activity of Olive Leaves (*Olea Europaea L.*). *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 2561-2567.
- Bouaziz, M., Feki, I., Ayadi, M., Jemai, H., Sayadi, S., (2010). Stability of Refined Olive Oil and Olive-Pomace Oil Added by Phenolic Compunds From Olive Leaves. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112,894-905.
- Boudhrioua, N., Bahloul, N., Slimen, B.I., Kechaou, N., (2009). Comparison on The Total Phenol Contents and The Color of Fresh and Infrared Dried Olive Leaves. *Industrial Crops and Products*, 29, 412-419.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C., (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Capasso, F., Simone F., Senatore F., 1982. Traditional phytotherapy in the Agri Villey, Lucania, Southern Italy. *Journal of Ethnopharmacology*, 6, 243-250.
- Castro, M.D.L., Capote, F.P., (2010). Extraction of Oleuropein and Related Phenols From Olive Leaves and Branches. *Olives and Olive Oil in Health Disease Prevention*, 28, 259-273.
- Doğançay, G. (2013). *Sulanan ve Sulanmayan Koşullarda Bazı Zeytin Çeşitlerinin Yapraklarındaki Biyoaktif Bileşiklerin Mevsimsel Değişimi*. Yüksek Lisans Tezi, Yedi Aralık Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Kilis.
- El-Nehir, S., Karakaya, S., (2009). Olive Tree (*Olea europaea*) Leaves: Potential Beneficial Effects on Human, *Nutrition Reviews*, 11, 632-638.
- Erbay, Z., İçier, F., (2008). Zeytin Ağacından Faydalanmanın Yeni Bir Yolu Olarak Zeytin Yaprığı ve Gıda Endüstrisindeki Potansiyel Uygulama Alanları, *Akademik Gıda* 6 (3), 27-36.
- Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Soares, M.E., Bastos, M.L., Pereira, J.A., (2007). Antioxidant Activity and Phenolic Contents of *Olea europaea L.* Leaves Sprayed with Different Copper Formulations, *Food Chemistry*, 103,188-195.
- Guinda, A., Albi, T., Perez – Camino, M., Lanzon, A., (2004). Supplementation of oil with oleanolic acid from olive leaf (*Olea europea*), *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 22-26.

- Harp, F., (2011). *Gemlik, Domat, Adana Topağı ve Adana Yerli Zeytin Yapraklarının Antioksidan Etkilerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hue, S.M., Boyce, A.N., Somasundram, C., (2012). Antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents in the leaves of different varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Australian Journals of Crop Science* 6(3), 375-380.
- Jemai, H., El Feki, A., Sayadi, S., (2009). Antidiabetic and Antioxidant Effect of Hydroxytyrosol and Oleuropein from Olive Leaves in Alloxan-Diabetic Rats, *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 57, 8798-8804.
- Kaur, C. and Kapoor, H.C. (2002). Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, 37, 153-161.
- Oyaizu, M., (1986). Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine, *Japanese Journal of Nutrition*, 44, 307-315.
- Salah, M. B. Abdelmelek H., Abderraba M. (2012). Study of Phenolic Composition and Biological Activities Assessment of Olive Leaves From Different Varieties Grown in Tunisia, *Medicinal Chemistry*, 2(5), 107-111.
- Silva, S., Gomes, L., Leitao, F., Coelho, A.V., Vilas Boas, L., (2006). Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of *Olea europaea* L. Fruits and Leaves, *International Food Science and Technology*, 12, 385-396.
- Tsimidou, M.Z., Papoti, P.V., (2010). *Bioactive Ingredients in Olive Leaves*, London: Elsevier Inc, 349-356.
- Ziyyat A., Legssyer A., Mekhfi H., Dassouli A., Serhrouchni M., Benjelloun W., (1997). Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Morocco, *Journal of Ethnopharmacology*, 58, 45-54.

## **Giresun'un Balıkçılık Faaliyetlerinin Ekonomik Analizi**

Cengiz MUTLU<sup>1\*</sup>, Cengaver Murad UNCUMUSAOĞLU<sup>2</sup>, Bülent VEREP<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, TR-28 200 Giresun, Türkiye

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, TR-28 200 Giresun, Türkiye

<sup>3</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, TR-53 200 Rize, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: cengizhappy@hotmail.com

Geliş Tarihi: 17.04.2018

Kabul Tarihi: 22.05.2018

### **Özet**

Bu çalışmada Giresun İli balıkçılık faaliyetlerinin ekonomik analizi ortaya koymak amacıyla tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmış. Tekneler boy sınıfları ve yapmış olduğu avcılık durumuna bakılarak kıyı balıkçılığı ve gırgır balıkçılığı olarak gruplara ayrılmıştır. Anket sonuçlarına göre kıyı balıkçılığı ile gırgır balıkçılığı ekonomik açıdan kıyaslandığında kıyı balıkçılığı yapanların ekonomik sıkıntılarının olmasına karşın gırgır balıkçılığı yapanların ekonomik sıkıntılarının olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Giresun, ekonomik yapı, balıkçılık.

## **Economic Analysis of Giresun's Fishing Operation**

### **Abstract**

In this study stratified random sampling method was used to reveal economic analysis of Giresun fishing activities. The boat is divided into groups as shore fisheries and purse seine fisheries in terms of size classes and hunting status. According to the results of the survey, Coastal fishing with purse seine fishery when we compared the economically of those who make coastal fishing nevertheless that the economic problems of the purse seine fishery was concluded that the absence of economic distress.

**Keywords:** Giresun, economic structure, fishing.

## 1. Giriş

Dünyadaki hızlı nüfus artışı ve küreselleşmenin her alanda etkili olduğu, besin kıtlığı yaşandığı günümüzde, su kaynakları ve su kaynaklarından ekonomik olarak en iyi bir şekilde yararlanmak çok büyük önem arz etmektedir. Bu kaynakların verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanılabilmesi için yönetim stratejisi geliştirilmesi ve politik kararlar alınması gerekmektedir. Su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak ve korumak için kaynaklardan yararlanan sektörler ve ülkeler arası planlama ve karar verme süreçlerinin birlikte yapılması ile başarılabilir.

Teknolojinin gelişmesine bağlı olarak en modern cihazların kullanıldığı balıkçılık sektöründe verimli, etkili ve sürdürülebilir şekilde başarı elde etmek için hazırlanan yönetmeliklerin uygulanması gerekmektedir. Uygulanan yönetmeliklerin başarılı ve etkili olması için balıkçılık sektörünün yapısının çok iyi bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Sektörün yapısını bilmeden alınan önlemlerin başarılı olması mümkün değildir. Balıkçılıkta uygulanan yönetmenlik ve yönetim stratejilerinin başarılı olup olmadıkları sürekli takip edilmeli ve veriler sağlıklı bir şekilde toplanmalıdır. Bu tür çalışmalar sıklıkla dünyanın birçok ülkesinde gerçekleştirilmektedir. Aksi uygulanan her yönetim politikasının balıkçılar ve sektör üzerinde farklı etkileri vardır. Kabul edilen politikaların yeterli olup olmadığının belirlemek için her politika uygulamasından önce ve sonra balıkçılığın ve balıkçıların ekonomik yapısının ortaya konulması gerekir.

Charles (1993), sosyo-ekonomik özellikleri belirlemek üzere küçük ölçekli balıkçıları kullanmış. Araştırmasında gerekli araçları ve teknikleri belirleyerek sosyo-ekonomik araştırmaların temel amacını belirlemiştir. Avlanmaya ilişkin olarak girdiler, çıktılar, sabit giderler, sermayelerle ilgili bilgiler üzerinde durmuştur. Bunun yanında demografik bilgilerin toplanmasına üzerinde durmuştur.

Daha önce yapılan çalışmalarda; Zen ve ark. (2000) Batı Sumatra (Endonezya) pelajik solungaç ağı ve lampara balıkçılarının yapılarını araştırmıştır. Araştırma tek gelir kaynağı balıkçılık olduğunu belirlemiştir. Gelir paylaşımında önce işletme masrafları belirlemiştir. Kalan kısmını da ağ sahibi ve balıkçılar tarafından arasında yarı yarıya bölündüğünü belirlemiştir.

Tietze ve ark. (2001) Arjantin, Kore, Çin, Norveç, İspanya, Endonezya, Tayland, Peru, Hindistan, Senegal, Fransa, Antigua ve Barbuda, Almanya, Barbados, Trinidad ve Tobago'daki avlama filolarının avcılık faaliyetlerini, ekonomik ve mâli özelliklerini incelemişlerdir.

Sabatella ve Franquesa (2003) Akdeniz Bilimsel Danışma Komitesi, Sörveylerde uygulanması gereken temel işlemleri neler olduğunu belirlemiştir. Bunun yanı sıra anketlerin dizaynını ve uygulamasının nasıl olacağını açıklamışlar.

Maynoua ve ark. (2013) Balearik adalarında yapmış oldukları çalışma ekonomik karlılığının düşük olduğunu göstermektedir ve bu mevcut ekonomik durum diğer Akdeniz küçük ölçekli balıkçıların durumu ile benzer bir durum sergilemektedir.

Çelikkale ve Ulupınar (1995), Karadeniz’de yapmış oldukları araştırmada iki gırgır teknesinin 1989-1990 avlama sezonundaki durumlarını değerlendirmiş. Bu amaçla gelir ve giderlerini belirleyerek, kârlılığını analiz etmişlerdir.

Çeliker ve ark. (2006) Karadeniz Bölgesi’nde ve yine Çeliker ve ark. (2008) Ege Bölgesi’nde su ürünleri avcılığı yapan işletmelerin sosyo-ekonomik analizini yapmıştır.

Bu araştırma, Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki Giresun ilinde balıkçılık faaliyetinin ekonomik analizi yapılarak, balıkçılıkla ilgili yapılması planlanan düzenlemeler, uygulanacak politikalara ve yönetim stratejilerine yol gösterecek veriler elde etmek amacıyla planlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Doğu Karadeniz Bölgesi’nde Giresun ili sahil şeridindeki ilçelerden örnekleme yapılmış ve küçük ölçekli balıkçılık (kıyı balıkçılığı) ve orta/ büyük ölçekli balıkçılık olarak sınıflandırma yapılmıştır. Seçilen araştırma bölgesi de 3 gruba ayrılmıştır. Piraziz, Bulancak, Merkez birinci grubu, Gülburnu ve Tirebolu, ikinci grubu ve Görele, Çavuşlu, Eynesil ilçeleri ise üçüncü grubu oluşturmuştur..

Ekonomik analiz için gerekli olan veriler avlama faaliyetinde bulunan tekne sahipleri ile yüz yüze görüşmeler yoluyla elde edilmiştir. Araştırmada çekilecek örnek büyüklüğü hesaplanmasında Yamane (2001)’nin belirttiği yöntemlere göre belirlenmiştir.

Balıkçılık faaliyetlerinin mali ve ekonomik olarak analizi yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi ve kontrolü sırasında Yamane (2001) ve Düzgüneş ve ark. (1983)’nin belirlediği metotlar kullanılmıştır. Değerlendirme ve kontroller aşamasında önem seviyesi, P: 0,05 olarak alınmıştır.

Balıkçıların sermaye yapısı; aktif sermaye, pasif sermaye olarak değerlendirilmiştir.

**Aktif sermaye;** işletmenin üretimde kullanılan tüm kaynakları göstermektedir. Tarım işletmelerinde çiftçinin konutu işin yapıldığı ortamda olduğu ve eklerinde de üretimde kullanılan hayvan barınakları, depo, garaj, sundurma vb. birimler bulunduğundan, sermaye unsuru olarak değerlendirilir (Erkuş ve ark 1995). Bu durumda, balıkçıların aktif sermayesi; avlama sermayesi ve para sermayesi olarak iki grupta ele alınmıştır.

Balıkçıların avlama sermayesi; tekne sermayesi ve avlama donanımları sermayesi olarak ele alınabilir. Ağlar, teknelerin balıkçılık tipine uygun gruplar oluşturacak şekilde araştırılmıştır. Avlanma donanımları ise ağlar ve diğer avlanma araç- gereçlerini kapsamaktadır. Toplam tekne

sermayesi; kiralanan avlama ve/veya taşıma teknelerinin değerinin balıkçının mülkü olan tekne ve/veya teknelerin değerine eklenmesi, kiraya verdiği tekne değerinin ise çıkarılmasıyla aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Tekne Sermayesi (G)} = (A+B+D)+(C+E) - F$$

Burada;

A : Asıl tekne değeri

B : Kendisine ait olan avlama teknesi

C : Kiralanan avlama teknesi

D : Kendisine ait taşıma teknesi

E : Kiralanan taşıma teknesi

F : Kiraya verilen teknelerin değerini

(A+B+D) : Mülk (balıkçının kendi mülkiyetindeki) tekne değerini,

(C+E) : Kiralanan teknelerin değerini göstermektedir.

Balıkçı teknelerindeki ağlarla diğer avlama araç ve ekipmanlarının tekne boy grubu ve balıkçılık tipine göre ortalama sayılarının parasal değerleri ile çarpımları sonucu elde edilen değerlerin toplanmasıyla bulunmaktadır. Ancak bu konuda balıkçılar bilgi vermek istememişlerdir. Balıkçı teknelerindeki elektronik ekipmanların tekne boy grubu ve balıkçılık tipine göre ortalama sayılarının parasal değerleri ile çarpımları sonucu elde edilen değerlerin toplanmasıyla bulunmaktadır. Ancak bu konuda da balıkçılar bilgi vermekten tekrar kaçınmışlardır. Para sermayesi, işletme sermayesinin en hareketli grubudur. İşletme faaliyetinin devamı üzerinde etkili olan para sermayesinin işletmede yeteri kadar bulunması, işletmenin başarılı bir şekilde çalışabilmesi için şarttır (Gündoğmuş, 1993). Para sermayesinin az olması durumunda, işletmeyi elverişli olmayan koşullarda üretim girdileri satın almaya, ya da yüksek faizli kredi teminine zorlamaktadır. İşletmelerde mevcut para sermayesi, işletmelerin alacakları ile işletmede bulunan nakit paradan oluşur (Anaç, 2005) Tarım işletmesinde para sermayesinin sabit sermayenin %5'i civarında olması arzu edilir (Eraktan, 1995).

**Pasif sermaye;** tarım işletmelerinde aktif sermayenin kaynaklarını göstermektedir. Aktifte yer alan varlıklar esas itibariyle öz kaynaklar ile yabancı kaynaklar olmak üzere iki kaynaktan sağlanırlar. Aktif sermayeden yabancı kaynaklar (borçlar) çıkarılınca, geriye öz sermaye kalır (Erkuş ve ark. 1995).



### 3. Bulgular ve Tartışma

Tekneler yaptıkları avcılık durumuna göre Gırgır balıkçılığı ve Kıyı balıkçılığı olarak ayrılmıştır. Bu ilçelerdeki balıkçı barınaklarına kayıtlı olan toplam 630 adet avlama teknesi tespit edilmiştir. Örnek büyüklüğü belirleme aşamasında ise tekneler balıkçılık faaliyetlerine göre gruplandırılmıştır (Tablo 1). Avlama tekneleri kullanım özelliğine göre, küçük ölçekli balıkçılık (kıyı balıkçılığı) ve orta/büyük ölçekli balıkçılık (gırgır) olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Bu verilere göre balıkçıların %96'sı kıyı balıkçı teknesi, % 4'ü ise orta ve büyük ölçekli balıkçı teknesi olarak belirlenmiştir.

Kıyı balıkçılığı yapan avlama teknelerinden örnek olarak seçilenler, çoğunlukla 12 m'den küçük olup, kıyından ayrıldıkları bölgede avcılık yapmakta ve aynı yere geri dönüp avladıkları balıkları karaya çıkarmaktadırlar. 12 m'den büyük olup dalış takımları, algarna vb. av araçları ile donanmış avlama tekneleri de kıyı balıkçılığı ruhsatına sahiptir.

**Tablo 1.** Örnek olarak seçilen avlama teknelerinin boy grupları ve balıkçılık tipine göre dağılımı

Boy Grupları (m)	Örnek Seçilen Avlama Tekneleri	
	Popülasyon Büyüklüğü (N)	Örnek Büyüklüğü (n)
<8	493	111
8-11.9	109	50
12-29.9	22	4
≥30	6	2
Balıkçılık Tipi		
Küçük Ölçekli Balıkçılık (Kıyı Balıkçılığı) Toplamı	612	161
Orta ve Büyük Ölçekli Balıkçılık (Gırgır)	28	6
Genel Toplam	630	167

Giresun ilindeki balıkçıların balıkçılık faaliyetinde kullanmış oldukları aktif sermaye; tekne sermayesi, av araç-gereçleri sermayesi ve para sermayesi olmak üzere üç grup altında incelenmek istenmiş fakat anket sırasında para ile ilgili balıkçıların bilgilerini paylaşmaktan imtina etmişlerdir.

Balıkçıların toplam tekne sermayesinin 3.230.000-9.000.000 TL arasında değiştiği ve ortalama 169.975 TL olduğu bulunmuştur (Tablo 2). En yüksek tekne sermayesinin ≥30 m boy grubunda, en düşük tekne sermayesi ise <8 m grubunda ( $r=0,7842$ ) tespit edilmiştir. Tekne boyuna göre toplam tekne sermayesi arasında gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Balıkçılık tipine göre en yüksek tekne sermayesi gırgır teknelerinde, en düşük tekne sermayesi ise kıyı balıkçı teknelerinde bulunmuştur.

Balıkçıların % 97'sinin bir teknesi, %7'sinin iki teknesi ve % 1'inin de üçüncü teknesi bulunmaktadır. Balıkçıların toplam tekne sermayesinin büyük bölümünü asıl (birinci) avlama

tekneleri oluşturduğundan, avlama teknesi sermayesinin incelenmesinde, sadece avlama faaliyetinde bulunan tekneler esas alınmıştır.

**Tablo 2.** Boy grupları ve balıkçılık tipine göre balıkçıların ortalama tekne sermayeleri (TL)

Boy Grupları (m)	Asıl Tekne Değeri (A)	Avlama Teknesi (2)		Taşıma Teknesi (3)		Kiraya Verilen Tekne (4) (F)	Toplam Tekne Sermayesi (5) (G)	(A/G)*100
		Kendisinin (B)	Kiralanan (C)	Kendisinin (D)	Kiralanan (E)			
<8	35.821	0	2.212	3	2.212	0	40.247	89.00291
8-12	244.160	4.500	3.170	6.200	0	0	258.030	94.62466
12-30	551.250	48.750	1.250	45.000	2.150	0	667.500	82.58427
≥30	5.000.000	125.000	0	55.000	17.500	0	5.197.500	96.2001
<b>Balıkçılık Tipi</b>								
Kıyı Balıkçılığı	25.696	1.398	2.509	1.927	1.525	0	33.055	77.7371
Orta ve Büyük Ölçekli Balıkçılık	20.341.66	74.166	833	48.333	20.000	0	2.177.500	93.4175

1) Yalnızca asıl avlama teknesini (ankette 1. tekne olarak belirtileni) içermektedir.

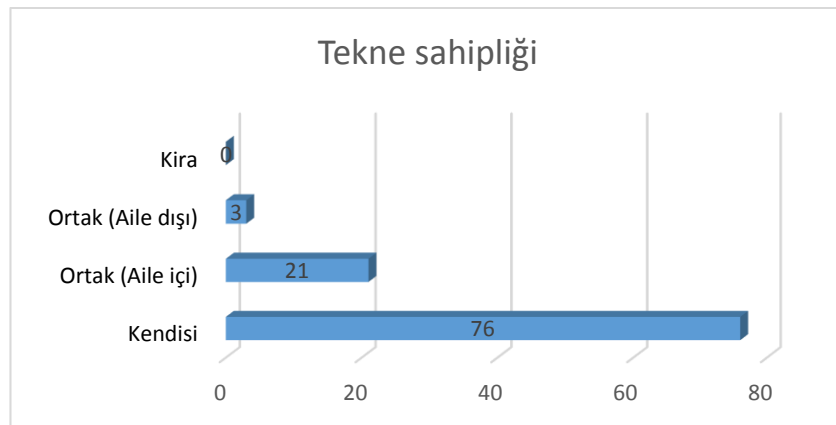
(2) Asıl tekne haricindeki tüm avlama teknelerini içermektedir.

(3) Tüm taşıma teknelerini içermektedir.

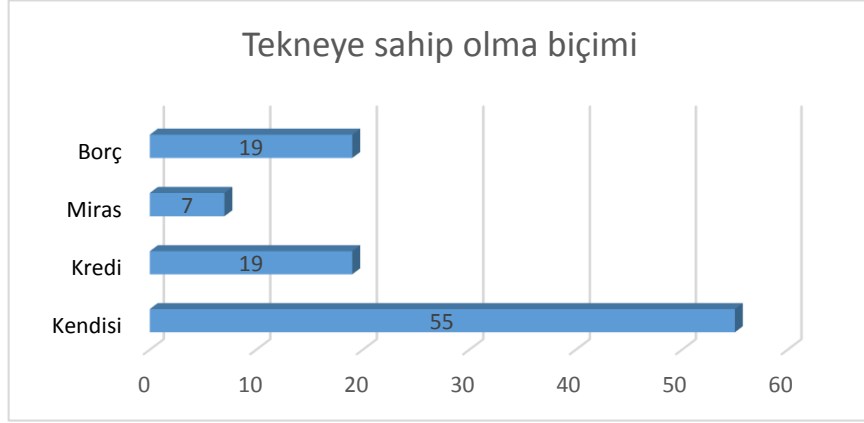
(4) Tüm taşıma ve ikinci avlama teknelerini içermektedir.

(5) Toplam Tekne Sermayesi (G)= (A+B+C+D+E)-F

Giresun ili balıkçılarının teknelerine sahip olma durumları incelendiğinde %76 'sı kendisi, %21 aile içi ortaklık, %3'ü aile dışı ortaklıkla teknelerine sahip oldukları belirlenmiştir (Şekil 1). Balıkçıların teknelerini satın alma şekilleri ise %55 'i kendisi, %19'u borç ve kredi, %7'si de kredi yoluyla teknelerini satın almışlardır (Şekil 2). Balıkçıların para durumlarına bakıldığında %73 'ü nakit paraya, %15'i kendisinin borçlu olduğunu, %6'si alacaklı ve bankada parası olduğunu bildirmişlerdir (Şekil 3).



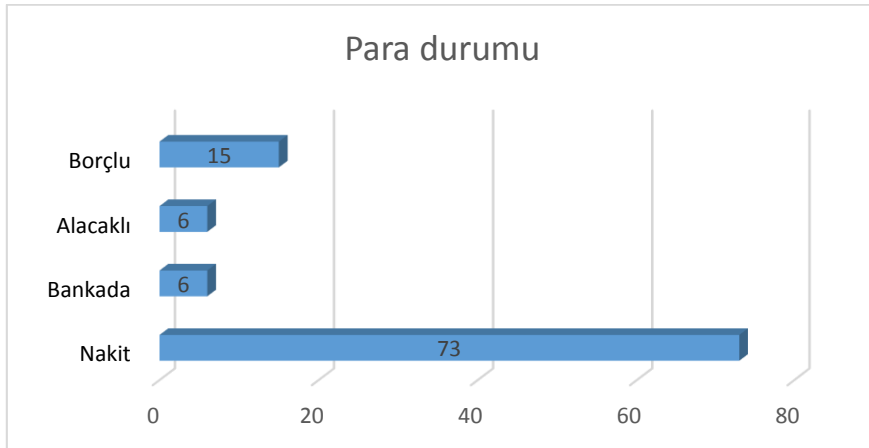
**Şekil 1.** Giresun ili balıkçılarının teknelerine sahip olma durumları



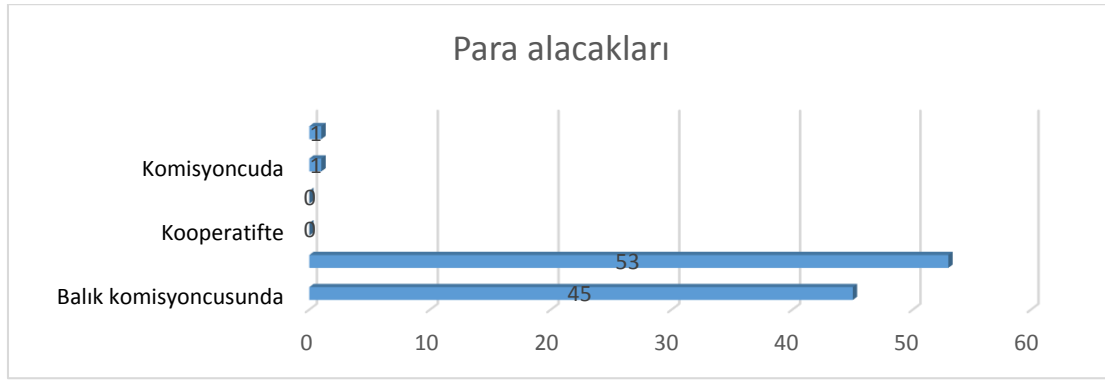
**Şekil 2.**Giresun ili balıkçıların teknelerine sahip olma biçimleri

İldeki balıkçıların başka gelir kaynaklarının olup olmadığı sorulduğunda balıkçıların % 65'i başka gelir kaynaklarının olmadığını %35'i ise başka gelirlerinin olduğunu bildirmişlerdir. Gelirler minimum 700 TL, maksimum 13.000 TL ve ortalama 5870 TL arasındadır. Gelirler incelendiğinde çoğunluğun fındık satışından elde edilen gelirin yanında veya emekli maaşlarının yanında balıkçılığın ek gelir olduğunu bildirmişlerdir.

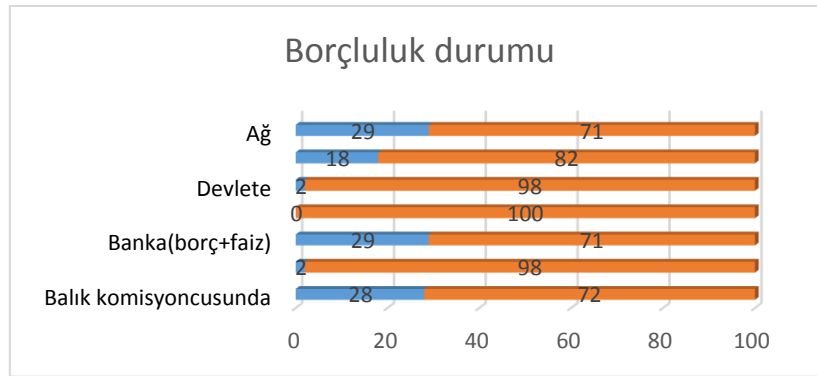
Giresun ili balıkçıların %53'ü parasının bankada olduğunu %45'inin ise balık komisyoncularında alacaklarının olduğunu bildirmişlerdir (Şekil 4). İldeki balıkçıların %29'u bankaya (borç+faiz), %29'u ağ satın almak için, %28'i balık komisyoncusundan, % 18'i mazota, %2'si tayfaya, %2'si devlete borçlanmıştı ( Şekil 5).



**Şekil 3.** Giresun ili balıkçıların para durumları



Şekil 4. Giresun ili balıkçıların para alacakları



Şekil 5. Giresun ili balıkçıların borçluluk durumu

Tüm av sezonlarında (12 ay/8ay/3ay) balıkçılık yapan balıkçıların gelir dağılımları minimum 500 TL, maksimum 120.000.000TL ortalama 762.653 TL olduğu tespit edilmiştir ( Tablo 3).

Tablo 3. Balıkçıların gelir dağılımları

Boy Grupları (m)	Minimum (TL)	Maksimum (TL)	Ortalama (TL)
<8	500	30.000	9.007
8-12	2.000	60.000	19.666
12-30	20.000	2.000.000	595.000
≥30	3000000	120.000.000	61.500.000
Balıkçılık Tipi			
Kıyı Balıkçılığı	500	60000	12317
Orta ve Büyük Ölçekli Balıkçılık	20.000	120.000.000	20.896.666
Genel Ortalama	500	120.000.000	762.653

Ağlar ve diğer avlama araç-gereçleri sermayeleri ve elektrikli cihaz ve ekipmanların (Telsiz, Telefon, SSB, Telsiz, Sonar, Radar, Jeneratör, İskandil, GPS- Satellite, Fish pomp, Faks, Eco-Sounder, Auto pilot ve Akıntı ölçer) hepsi balıkçıların toplam avlama sermayesinin içinde bildirilmiştir.

**Toplam avlama sermayesi;** Giresun ili balıkçılarının avlama sermayesinin %64,5'unun tekne sermayesi, %35,5'ini ise av araç-gereci sermayesi oluşturmaktadır. Gırgır teknelerinde av araç gereçlerine ayrılan sermaye daha çoktur çünkü gırgır ağlarına ayrılması gereken sermaye kıyı balıkçılığına göre daha fazladır.

**Para sermayesi;** Giresun ili balıkçılarının alacaklılık durumları incelendiğinde; balıkçıların %47'sinin şahıslardan alacaklarının olduğu tespit edilmiştir. Giresun ili balıkçılarının kooperatiflerden hiçbir alacaklarının olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca balıkçıların ikinci olarak alacaklarının olduğu grup banka, kooperatif, devlet ve komisyoncuların dışındaki diğer gruptur. Balıkçıların neredeyse tek alacaklı oldukları grup şahıslar yani balık sattıkları bireylerdir (Tablo 4).

Giresun ili balıkçılarının borçluluk durumları incelendiğinde; balıkçıların en çok borçlu oldukları yerin bankalar (%37) olduğu, ikinci olarak en yüksek paya (%29) ağ masrafları için yapılan borçluluk oluşturulmaktadır. Üçüncü borçluluk ise %28'lik oran ile balık komisyoncularından alınmış olan borçlar oluşturmaktadır. Balıkçıların en az borçlu oldukları grup kooperatife, devlete ve tayfalara olan borçlarıdır (Tablo 4).

**Tablo 4.** Balıkçıların alacaklılık ve borçluluk durumları(%)

Durum	Gruplar	EVET	HAYIR
Alacaklılık durumu	Şahısta	47	53
	Bankada	4	96
	Kooperatifte	0	100
	Devlete	2	98
	Komisyoncudan	6	94
	Diğer	7	93
Borçluluk durumu	Kişiyeye(balık komisyoncusu)	28	72
	Tayfaya	2	98
	Bankaya(borç+faiz)	37	63
	Kooperatife	1	99
	Devlete	2	98
	Mazot borcu	18	82
Ağ borcu	29	71	

Giresun ilinde balıkçılık daha çok kooperatifler vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Kıyı balıkçılığı yapan balıkçılar barınaklardaki komisyoncular vasıtasıyla balıklarını satmaktadır. Balık satışından elde edilen gelir haftalık olarak alınmaktadır. Balıkçılık ilçelere bacasız sanayiye getirmiştir. İlde 630 kayıtlı balıkçılık yapan tekne bulunmaktadır. Bu teknelerin sadece 6 tanesi 30 metreden daha

büyük olup endüstriyel balıkçılık yapmaktadırlar (Tablo 1). Bu balıkçılar piyasaya sürülmeyen balıkları yem, yağ ve gübre fabrikalarına transfer etmektedirler.

Giresun ilindeki balıkçıların balıkçılık faaliyetinde kullanmış oldukları aktif sermaye; tekne sermayesi, av araç-gereçleri sermayesi ve para sermayesi olmak üzere üç grup altında incelenmek istenmiş fakat anket sırasında para ile ilgili balıkçılar bilgilerini pek paylaşmak istememişlerdir.

Bu çalışma sürdürülebilir balıkçılığın yapılmasında küçük ölçekli balıkçıların rolünün ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmamızı Dünyadaki ve ülkemizde yapılmış diğer çalışmalar ile kıyasladığımızda bizim çalışmamızda da balıkçıların ekonomik karlılığının düşük olduğu görülmektedir. Kıyı balıkçılığı yapan balıkçıların en büyük masraf paylarını tayfalara ödedikleri masraflar oluşturmaktadır.

### **Teşekkür**

Bu çalışma Giresun'da Deniz Balıkçılığı ve Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Yapısı başlıklı yüksek lisans tez verilerinin bir kısmından türetilmiştir.

### **Kaynaklar**

- Anaç, H. (2005). Balıkesir ili Edremit ilçesi yağlık zeytin üreten işletmelerin ekonomik analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek, Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Ankara.
- Charles, A. T. (1993). Information needs and analytical techniques for economic research in small-scale fisheries. SPC Traditional Marine Resources Management and Knowledge Information Bulletin, 2: 11-14.
- Çeliker, S.A., Dönmez, D., Gül, U., Demir, A., Genç, Y., Kalanlar, Ş. ve Özdemir, İ. ( 2006). Karadeniz Bölgesi'nde Su Ürünler Avcılığı Yapan işletmelerin Sosyo-Ekonomik Analizi, TEAE, Yayın No: 143, Ankara.
- Çeliker, S.A., Demir, A., GÜL, U., Dönmez, D., Özdemir, İ. ve Kalanlar, Ş.(2008). Ege Bölgesi'nde Su Ürünler Avcılığı Yapan işletmelerin Sosyo-Ekonomik Analizi, TEAE, Yayın No: 168, Ankara.
- Çelikkale, M. S., ve Ulupınar, M.(1995). Economic Analysis of Big Purse Seine Teams, (in Turkish). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt. XII, Sayı: 1-2, ss. 79-88.
- Eraktan, S. (1995). Anamur muz işletmelerinin ekonomik analizi, sorunlar ve çözüm yolları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1432, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 794, Ankara.
- Erkuş, A., Bülbül, M., Kıral, T., Açıl, A.F. ve Demirci, R.(1995). Tarım Ekonomisi (Ders kitabı), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı, Yayınları No: 5, Ankara, 298 s.
- Düzgüneş, O, Kesici, T. ve Gürbüz, F. (1983). İstatistik metodları-I. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 861, Ders Kitabı No: 229, 218 s.

- Gündoğmuş, E. (1993). Ankara İli Çubuk İlçesi Sığır Besiciliği İşletmelerinin Ekonomik Analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Ankara.
- Maynou, F., Morales-Nin, B., Cabanellas-Reboredo, M., Palmer, M., García, E. and Grau, A. M. (2013). Small-scale fishery in the Balearic Islands (W Mediterranean): a socio-economic approach. *Fisheries Research* 139: 11-17.
- Sabatella, E. and Franquesa, R. (2003), Manual Of Fisheries Sampling Surveys: Methodologies For Estimations Of Socio-Economic Indicators Ğn The Mediterranean Sea, Studies And Reviews, General Fisheries Commission For The Mediterranean. No. 73. Rome, FAO. 37p.
- Tietze, U., Prado, J., Lery, J-M. and Lasch, R. (2001). Techno-economic performance of marine capture fisheries. FAO Fisheries Technical Paper, No: 421, 79 p.
- Yamane, T. (2001). Temel örnekleme yöntemleri (Çevirenler: A. Esin, C. Aydın, M. A. Bakır ve E. Gürbüzsel), Literatür Yayınları, Yayın No: 53, İstanbul, 505 s.
- Zen, L.W., Tai, S.Y. and Raja Abdullah, N. M. (2000). Socioeconomic characteristics of Payang seine (lampara) and driftnet fisheries in West Sumatra, Indonesia. *Naga, The ICLARM Quarterly* 23 (4): 33-37.

## **Şeker İkamesi Olarak Stevya Ekstraktı Kullanımının Keklerin Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi**

Recep PALAMUTOĞLU\*<sup>1</sup>, Cemal KASNAK<sup>1</sup>, Beyza MORAL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

<sup>2</sup>Diyetisyen, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

**Geliş Tarihi:** 08.02.2018

**Kabul Tarihi:** 02.05.2018

\***Sorumlu Yazar:** rpalamutoglu@aku.edu.tr

### **Özet**

Kekler tüm dünyada farklı formüllerle üretilebilen ve oldukça geniş bir tüketici kitlesi tarafından tüketilen ürünlerdir. Kek formülünde bulunan şekerin çeşitli fonksiyonel özellikleri vardır. Şeker enerji verdiğinden düşük kalorili ürün geliştirme amacı ile şeker ikameleri üzerine araştırmalar gerçekleştirilmektedir. Stevya özütü kullanımının bu tür ürünlerde meydana getireceği değişikliklere yönelik çalışmalarda artmaktadır. Bu çalışmada farklı oranlarda sıvı stevya özütü ilavesinin keklerin bazı kalite kriterlerine etkisi incelenmiştir. Şeker miktarları sırasıyla azaltılarak kontrol (şeker 140 g), S1 (şeker 105 g, stevya 3.93 g), S2 (şeker 70 g, stevya 7.87 g) ve S3 (şeker 35 g, stevya 11.8 g) olmak üzere 4 grup kek hazırlanmıştır. Örneklerde yapısal ve duyusal kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz sonucunda belirlenen parametrelerin ortalaması olarak en yüksek puanı S1 grubu almıştır. Yapısal analizler sonucunda ön plana çıkan S2 grubunun kalori değeri kontrol grubuna göre % 11 düşüş göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kek, Stevya ekstraktı, Şeker, Kek kalitesi.

## **The Effect of Using Stevia Extract as Sugar Replacer on Some Physical and Sensory Properties of Cakes**

### **Abstract**

Cakes are a product that can be produced with different formulations all over the world and consumed by a very large consumer group. Sugar has various functional properties in the cake formula. Researches on sugar substitutes are being carried out with the aim of developing low calorie products because sugar gives energy. There is also an increase in the number of studies on the effect of the use of Stevia extract in such products. In this study, the effect of addition of liquid stevia extract at different ratios on some quality criteria of cakes were examined. Four groups of cakes were prepared by decreasing the sugar content: control (sugar 140 g), S1 (sugar 105 g, stevia 3.93 g), S2 (sugar 70 g, stevia 7.87 g) and S3 (sugar 35 g, stevia 11.8 g). Structural and sensory quality analyzes were carried out in the samples. As a result of the sensory analysis, the highest score was obtained as S1 as the average of the parameters determined. As a result of the structural analysis, the S2 group which was foreground showed 11% decrease compared to the calorie control group.

**Keywords:** Cake, Stevia extract, Sugar, Cake quality.



## 1. Giriş

Kek, hemen her ülkede üretilen, kalori değeri yüksek, göz ve damak zevkine hitap eden çeşitlilikte, farklı formüllerde ve şekillerde üretilen bir gıda ürünüdür (Dizlek ve ark., 2008; Dizlek ve Özer, 2018). Gıda endüstrisinde fırıncılık ürünlerinde şeker ikamesi kullanımına yönelik ilgi artmaktadır ve bu sayede enerjisi ve şeker içeriği azaltılmış ürünler elde edilebilmektedir (Gao ve ark. 2016). Türk Gıda Kodeksine göre, enerji ya da kalorisi; yani yağ, karbonhidrat ve şeker oranları % 25 azaltılan ürünler “düşük kalorili” sınıfına girmektedir. Kek yapımında şekerin birçok fonksiyonu söz konusudur; ürüne hoşça giden tatlı bir lezzet vermesi, nem muhafazasını kontrol etmesi, hava kabarcıklarını dengelemesi, bu suretle ürünün gözenek yapısını ve tekstürünü geliştirmesi, pişirme sırasında nişastanın jelleşmesini sınırlaması, kütle oluşturması ve dokunun düzgün olmasını sağlamasıdır (Dizlek, 2003 ve 2013; Nip, 2014).

S. rebaudiana özütündeki temel bileşen olan steviosid, kalorisiz ve çok yüksek tatlandırıcı özelliğe sahip olup tatlandırıcı amaçlı az miktarlarda kullanımı yeterlidir. Özellikle obez kişilerde ve diyabetik hastalarda şeker yerine kullanılabilen iyi bir alternatif olduğu düşünülen stevyanın tatlandırıcı olarak ticari preparatlarının piyasaya sürülmesi ve gıda maddelerinin içerisinde tatlandırıcı olarak kullanılmasıyla tüketimi gün geçtikçe artmaktadır (Chatsudthipong ve Muanprasat, 2009; Gürleyik, 2010; Giritlioğlu ve Dizlek, 2018).

Stevya'nın enerji değeri kuru madde esasına göre 2.7 kcal/g olarak ölçülmüştür, fakat ekstrakte edilmiş hali kalorisiz olarak kabul edilmektedir. Bunun yanı sıra, asesülfam K'nın enerji değeri 0, aspartamın 4 kcal/g, sakarinin 0 kcal/g ve sukralozun 0 kcal/g'dır. Sakaroz (şeker) tüketiminin günlük diyetdeki kalori miktarına katkısı oldukça yüksektir ve kilo artışına neden olur. Bu nedenle günlük diyetle kalorisiz bir tatlandırıcı olan stevyanın kullanımı, alınan kalori miktarının azalmasını sağlamaktadır (Karaca, 2010).

Stevya'dan elde edilen tatlandırıcılar; sakkarozu göre 250-300 kat daha fazla tatlı olması, ısı ve pH stabilitesinin yüksek olması, pişirme ve fırın stabilitesinin olması, alkol içerisinde çözünmesi, ağızda metalimsi tadın olmaması gibi özelliklerinin yanında en büyük özelliği doğal yollarla elde edilmesidir (İnanç ve Çınar, 2009; Aswinve ark., 2015; Giritlioğlu ve Dizlek, 2018). Ayrıca esmerleşmeye ve karamelizasyona neden olmadığı belirlenmiştir (JECFA, 2007). Bu çalışma ticari olarak piyasada satılan sıvı stevya ürününün keklerde şeker ikamesi olarak kullanımının bazı kalite karakteristikleri ve duyuşsal özellikleri üzerine etkilerinin araştırılmasını amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Kek yapımında kullanılan malzemeler; buğday unu (Kül miktarı: %0,65, Protein miktarı: %10,5 Sinangil (çok amaçlı buğday unu)), toz şeker (Doğuş), ayçiçek yağı (Komili), yağsız süt tozu (Pınar), kabartma tozu (Dr.Oetker), taze günlük yumurta (İşlek, A sınıfı), su (Damla) ve tuz piyasadan temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan sıvı stevya (Stevia Ekstrakt (Stevia rebaudian ), Antioksidan (Potasyum Sitrat), Koruyucu (Potasyum Sorbat), Asitlik düzenleyici (Sitrik Asit), Deiyonize Su Optinaturel İlaç Gıda Med. San. Tic. Ltd. Şti Firması'ndan (Naturpy, Ankara) temin edilmiştir.

### 2.2. Kek hamurunun hazırlanması ve pişirilmesi

Araştırmada kullanılacak kek formülünün belirlenmesi için ön denemeler yapılmış ve böylece en uygun kek formülü belirlenmiştir. Ayrıca uygun pişme sıcaklığı ve süresi ön denemeler neticesinde belirlenmiştir (sonuçlar gösterilmemiştir). Kontrol (şeker 140 g), S1 (şeker 105 g, stevya 3.93 g), S2 (şeker 70 g, stevya 7.87 g) ve S3(şeker 35 g, stevya 11.8 g) olmak üzere 4 farklı formüle sahip kek numunesi hazırlanmıştır (Çizelge 1.).

Kullanılan malzemeler 45 d öncesinden oda sıcaklığına bırakılmıştır. İlk olarak un, kabartma tozu ve tuz ayrı bir kaptaki homojen bir karışım oluşturacak şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra hamurun hazırlanacağı kaba yumurta ve şeker ilave edilerek mikserle düşük hızda (2. devir) 75 s, orta hızda (4. devir) 70 s boyunca çırpılmıştır (Vestel /VCook2000). Bu çırpma işleminin ardından sıvı malzemeler, sulandırılmış süt tozu ve yağ eklenip 60 s daha karıştırılmıştır. Daha önceden hazırlanan toz karışım ilave edilerek 120 s bütün malzemeler karıştırıldıktan sonra elde edilen hamur kağıt muffin kalıplarına (Korkmaz, taban çapı 5 cm ± 0,2) ağırlıkları 35 g ± 5 olacak şekilde tartılmış ve hazırlanmıştır.

Elde edilen hamurlar daha önceden 175 ° C' ye ayarlanmış olan fırında (Arçelik /9620 M1) 20 d pişirilmiştir. Pişme süresi sonunda kekler fırından çıkarılarak oda sıcaklığında 1 saat soğumaya bırakılmıştır (Dizlek, 2015). Daha sonra analiz edilinceye kadar ambalajlanarak oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Analizler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Buna göre gerçekleştirilen analizler aşağıda verilmiştir.

**Çizelge 1.** Araştırmada Üretilen kek örneklerine ait formüller.

Bileşenler (g)	Kontrol	S1	S2	S3
Buğday Unu	230,6	230,6	230,6	230,6
Yağ	115,2	115,2	115,2	115,2
Su	115,2	115,2	115,2	115,2
Yumurta	69,2	69,2	69,2	69,2
Yağsız Süt tozu	17,4	17,4	17,4	17,4
Kabartma Tozu	11,6	11,6	11,6	11,6
Tuz	1,4	1,4	1,4	1,4
Şeker	140	105	70	35
Stevyaekstaktı	-	3,93	7,87	11,80

### 2.3. Analizler

Araştırmada üretilen keklerin hacimleri AACCI Metot 10.05.01 (AACCI, 2000)'e göre kolza tohumları ile yer değiştirme prensibinden yararlanılarak belirlenmiştir. Hacim değeri fırından çıkarılıp 1 saat dinlendirildikten sonra tartılıp belirlenen kek ağırlığına bölünerek örneklerin özgül hacimleri hesaplanmıştır (Dizlek ve Altan, 2013).

AACCI Metot 10-91.01 (AACCI, 2000)'e göre soğutma işlemi bittikten sonra kekler dikey olarak merkezlerinden dikkatlice kesilmiş, milimetrik kağıt ile hazırlanmış olan şablonun üzerine kesilmiş yüzeyleri gelecek şekilde yerleştirilmiş ve metotta belirtilen AA', BB', CC', DD', EE', AE, A'E' yükseklikleri milimetrik şablondan okunmuştur. Daha sonra bu değerler kullanılarak indeksler hesaplanmıştır (Dizlek ve Altan, 2013). Metotta belirtilen ölçüm şablonu 20 cm uzunluğunda olup yapmış olduğumuz çalışmaya modifiye edilerek 10 cm'ye düşürülmüş, B ve D noktaları merkezin sağında ve solunda merkeze 2 cm uzaklıkta, A ve E noktaları ise yine merkezin sağında ve solunda 5' er cm uzaklıkta yer almıştır. Ölçüm şablonu keklerin hacimle ilgili olan bazı yapısal özellikleri hakkında fikir vermektedir. Söz konusu özellikler; hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri ile büzülme değeridir.

Hacim indeksi (mm):  $BB' + CC' + DD'$

Simetri indeksi (mm):  $2 \times CC' - BB' - DD'$

Keklerin fırından çıkarıldıktan 1 saat sonra ağırlıkları tartılmıştır. Kek ağırlığının başlangıçtaki hamur ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla kek verimi, elde edilen bu değer 100' den çıkarılmasıyla da kek örneklerinin pişme kaybı hesaplanmıştır (Dizlek ve Altan, 2013).

Hamur örnekleri ve kek numunelerinin pH derecesi ölçülmüştür (Dizlek, 2003).

Keklerin nem içeriği Ohaus marka MB45 modeli nem tayin cihazı ile Dizlek ve Özer (2016)E göre ölçülmüştür.

Kekin örneklerinin su aktivitesi dijital su aktivite cihazı (NovasinaLabTouch-aw/İsviçre) yardımıyla ölçülmüştür (Hojjatoleslami ve Azizi, 2015).

Kek numunelerinin kabuk ve kesit yüzeylerirenkleri X-Rite renk ölçme cihazı (Ci6X) ile Hunter renk ölçme sisteminde renk ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) değerleri ölçülerek yapılmıştır (Hojjatoleslami ve Azizi, 2015).

Elde edilen  $a^*$  ve  $b^*$  değerleriyle hesaplanan  $C^*$  değeri “Croma” renk doygunluğunu ifade etmekte, renk açısını (ton açısı) ifade eden  $h$  değeri de tespit edilmiştir.

Üretilen ürünlerin tümü BEBİS (Beslenme Bilgi Sistemleri) kullanılarak besin değeri açısından analiz edilerek değerlendirilmiş ve enerji değeri hesaplanmıştır. Besin değeri analizi yapılması için kullanılan malzemelerin ambalaj beyanlarındaki enerji ve makro besin öğeleri BEBİS 7.2 programına tanıtılmış ürünlerin tarifleri girilerek besin değeri analizi yapılmıştır.

Duyusal analiz ürünün kalitesi hakkında tüketicinin beğenisini ve isteklerini yansıttığı için oldukça önemlidir.

Üretilen kek örnekleri arasındaki farkı ve depolama süresinin etkilerini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (One-way Anova) uygulanmıştır. Bu amaçla IBM SPSS Statistics Versiyon 18.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda önemli olan veriler Tukey çoklu karşılaştırma testine göre  $p < 0.5$  düzeyinde test edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Kek Örneklerine Ait pH, Nem ve Su Aktivitesi Değerleri

Farklı seviyelerde stevya eklenmiş kek örneklerinin pH, nem ve su aktivitesi değerlerine ait ortalamalar Çizelge 2’de verilmiştir. Buna göre kek hamurlarının pH değerleri arasında istatistiki olarak fark çıkmazken ( $p > 0.05$ ), kek örneklerinin pH değerlerinde istatistiki olarak fark önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. En yüksek pH değeri %75 stevya eklenmiş kek örneklerinde görülmüşken, en düşük değeri kontrol grubu almıştır.

**Çizelge 2.** Farklı seviyelerde eklenmiş stevya ile şeker içeriğinin azaltılması amaçlanan kek örneklerinin ve kek hamurlarının pH değerlerine ait ortalamalarının Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

	Hamur pH’sı	Kek pH’sı**	Nem**	Su Aktivitesi*
Kontrol	6.92 ± 0.02	7.55 <sup>d</sup> ± 0.01	14.73 <sup>c</sup> ± 0.19	0.719 <sup>b</sup> ± 0.04
S1	6.88 ± 0.03	7.71 <sup>b</sup> ± 0.01	13.71 <sup>c</sup> ± 0.61	0.800 <sup>a,b</sup> ± 0.07
S2	6.88 ± 0.03	7.65 <sup>c</sup> ± 0.02	18.51 <sup>b</sup> ± 0.86	0.808 <sup>a,b</sup> ± 0.07
S3	6.89 ± 0.04	7.80 <sup>a</sup> ± 0.01	25.59 <sup>a</sup> ± 0.06	0.861 <sup>a,b</sup> ± 0.07

Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark vardır (\* $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ ).

Çizelge 2 incelendiğinde kek örneklerinin nem içeriği değerleri arasında istatistiki olarak fark çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuşken, su aktivitesi değerleri arasında fark önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur. En fazla nem içeriği S3 örneklerinde görülmüş, en düşük değeri ise S1 grup almıştır. Örneklerin stevya içeriği arttıkça su aktivitesi değerleri de artmış en yüksek değeri % 75 stevya içeren grup almıştır. Vatankhah ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada şeker ikamesi olarak steviozid ilavesinin, bisküvilerin nem miktarlarını ve su aktivitesi değerlerini ikame oranının artışına bağlı olarak istatistiki açıdan önemli oranda artırdığını bildirmişleridir.

### 3.2. Kek Örneklerine Ait Pişme Kaybı, Kek Verimi ve Spesifik Hacim Değerleri

Farklı seviyelerde eklenmiş stevya ile şeker içeriğinin azaltılması amaçlanan kek örneklerinin pişme kaybı, kek verimi ve spesifik hacim değerlerine ait ortalamalar çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde pişme kaybı ve kek verimi değerleri arasında istatistiki olarak fark çok önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Pişme kaybının en az, kek veriminin ise en yüksek görüldüğü grup S1 örnekleridir. Pişme kaybının en fazla, verimin en düşük bulunduğu grup ise S3 kek örnekleridir. Keklere sıvı stevya ilavesinin artışına bağlı olarak pişirme işlemi ile buharlaşma nedeni ile nem kaybı olduğu söylenebilir. Bu sebeple örneklerin pişme kayıpları eklenen stevya miktarı artışıyla artmaktadır.

Hacim, özgül hacim, hacim indeksi ve simetri indeksi değerlerinin ortalamaları incelendiğinde örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Çizelge 3.** Farklı seviyelerde eklenmiş stevya ile şeker içeriğinin azaltılması amaçlanan kek örneklerinin pişme kaybı, kek verimi ve spesifik hacim değerlerine ait ortalamalarının Tukey Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

	Pişme Kaybı**	Kek Verimi**	Spesifik Hacim (cm <sup>3</sup> /g)	Hacim indeksi	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Simetri indeksi
Kontrol	14.78 <sup>b,c</sup> ±0.69	85.22 <sup>a,b</sup> ±0.69	2.37±0.45	76.20±3.25	211.95±4.74	7.80±1.41
S1	13.81 <sup>c</sup> ±0.53	86.18 <sup>a</sup> ±0.53	2.53±0.25	71.51±1.00	204.35±3.75	2.15±1.20
S2	15.97 <sup>a,b</sup> ±0.27	84.02 <sup>b,c</sup> ±0.27	2.96±0.07	69.90±0.57	192.85±3.32	9.30±2.26
S3	16.92 <sup>a</sup> ±1.10	83.07 <sup>c</sup> ±1.10	2.41±0.35	72.50±2.97	198.05±7.28	7.45±2.33

Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark vardır (\* $p<0.05$ , \*\*  $p<0.01$ ).

Kek örneklerinde şeker ikamesi olarak sıvı stevya kullanılması keklerin pişirilmesi sırasında sıcaklığa bağlı olarak buharlaşma nedeni ikame oranının artışına bağlı olarak pişme kaybında artışa buna bağlı olarak ta kek veriminde azalmaya neden olmuştur.

Hacim indeksi kek örneklerinin hacmi hakkında fikir vermektedir (Dizlek ve Altan, 2015). Simetri indeksi keklerin üst kısımlarının yüzey profillerini belirlemek için kullanılmaktadır. Simetri indeksinin pozitif değere sahip olması kek üst yüzeyinin bombeli olduğunu, negatif değer alması ise kekin çöktüğünü göstermektedir (Dizlek ve Özer, 2018). Analiz sonuçlarına göre simetri indeksi değerlerinin pozitif olması tüketici açısından kek görünümünün olumlu olmasını sağlamaktadır.

Hacim değerlerinde en büyük değeri kontrol grubu en düşük değeri ise S2 grubu almıştır. Hemada ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada kek örneklerinin spesifik hacim değerlerini 2.01 ila 2.6 arasında tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Zabihollahi (2014) düşük kalorili kek üretimi üzerine yaptığı çalışmada %50 şeker azaltılmış örneklerle kontrol örneklerinin hacim ve özgül hacim değerleri arasında fark olmadığını %100'lük ikame uygulanan örneklerde ise önemli bir düşüşün meydana geldiğini bildirmiştir. Bu durumunda formüldeki şekerin kullanılmaması sonucu kekin hava tutma kapasitesinin azalacağını, böylelikle hacim ve spesifik hacimlerde azalma meydana gelebileceğini ifade etmiştir.

Vatankhah ve ark. (2015) %100 oranında stevyozit ikamesinin bisküvilerin hacimlerinde, spesifik hacimlerinde önemli oranda azalma meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

### 3.3. Kek Örneklerine Ait Renk Sonuçları

**Çizelge 4.** Farklı seviyelerde eklenmiş stevya ile şeker içeriğinin azaltılması amaçlanan kek örneklerinin kabuk rengi değerlerine ait ortalamaların Tukey çoklu karşılaştırma test

	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C$	$h$
Kontrol	46.92 <sup>b</sup> ± 0.52	18.31 <sup>a</sup> ± 0.54	34.46 <sup>b,c</sup> ± 1.50	39.02 <sup>b</sup> ± 1.07	61.98 <sup>b</sup> ± 1.74
S1	64.16 <sup>a</sup> ± 0.96	9.75 <sup>b</sup> ± 0.61	38.79 <sup>a,b</sup> ± 0.52	40.00 <sup>b</sup> ± 0.67	75.89 <sup>a</sup> ± 0.66
S2	48.16 <sup>b</sup> ± 0.34	18.67 <sup>a</sup> ± 0.09	32.17 <sup>c</sup> ± 0.35	37.19 <sup>b</sup> ± 0.35	59.86 <sup>b</sup> ± 0.13
S3	54.49 <sup>b</sup> ± 3.56	17.93 <sup>a</sup> ± 1.87	40.54 <sup>a</sup> ± 1.70	44.36 <sup>a</sup> ± 0.79	66.10 <sup>b</sup> ± 3.11

Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark vardır (p<0.05).

Hemada ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada steviosid ekstraktı ilaveli kek örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve hue değerlerini sırasıyla ortalama 46.33-56.51, 2.64-5.91, 2.1-16.03 ve 25.50-72.34 arasında tespit etmişlerdir. İstatistiki olarak fark olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise  $L$  değerleri açısından yaklaşık değerler tespit edilmiştir en parlak grup S1 örnekleri olmuştur ve istatistiki olarak fark önemli olduğu belirlenmiştir.  $A$  ve  $b$  değerleri ise daha yüksek değerlere sahip olup S1 örnekleri

en kırmızı, S3 örneklerinin en sarı olduğu ama S1 örnekleri ile farkın önemli olmadığı belirlenmiştir. Vatankhah ve ark. (2015) en yüksek  $L^*$   $a^*$   $b^*$  değerlerini sırasıyla %100, %0, %50-100 steviyozit ikameli örneklerin aldığını ifade etmişlerdir. Zabihollahi (2014) keklerin kabuk  $L^*$  değerinin şeker ikame edilmeyen örneklerde en düşük buna rağmen  $a^*$  değerinin en yüksek olduğunu  $b^*$  değerleri açısından farklılık bulunmadığını bildirmiştir.

**Çizelge 5.** Farklı seviyelerde eklenmiş stevya ile şeker içeriğinin azaltılması amaçlanan kek örneklerinin kesit rengi değerlerine ait ortalamaların Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları

	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C$	$h$
Kontrol	64.97 ± 0.39	1.12 ± 0.35	22.36 ± 1.14	22.39 ± 1.16	87.13 ± 0.74
S1	65.16 ± 3.12	0.32 ± 0.32	19.89 ± 0.26	19,89 ± 0.26	89.05 ± 0.93
S2	70.85 ± 3.33	0.66 ± 0.56	22.15 ± 0.78	22.16 ± 0.80	88.30 ± 1.39
S3	65.67 ± 1.11	0.63 ± 0.30	22.86 ± 1.57	22.86 ± 1.58	88.44 ± 0.64

Kek örneklerinin kesit yüzey renk değerleri arasında istatistiki olarak farkın önemli olmadığı belirlenmiştir. Zabihollahi (2014) şeker içeriği azaltılmış keklerin kesit yüzey  $L^*$   $a^*$  değerleri açısından farkların önemli olduğunu,  $b^*$  değeri açısından ise önemli fark olmadığını bildirmiştir.

Şekil 1’de kek örneklerinin kabuk görüntüleri, Şekil 2’de kek örneklerinin kesit görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1. Kek Örnekleri Kabuk Görüntüleri (soldan sağa kontrol, S1, S2, S3)



Şekil 2. Kek Örnekleri Kesit Yüzey Görüntüleri (soldan sağa kontrol, S1, S2, S3)

### 3.4. Duyusal Analiz Sonuçları

Panelistlerden kek örneklerinin anlatılan standarda göre kontrol grubu ve %25 stevya, %50 stevya, %75 stevya içeriğine sahip grupların değerlendirmeleri istenmiştir. Kullanılan puanlama testi ile kalite farklılıkları ve bu farklılığın dereceleri tespit edilmiştir. Değerlendirme on bir üyeden oluşmuş ve 9 bölmeli hedonik tip skala kullanarak belirtilmiştir (Yıldız, 2002). Panel üyelerine kekler numaralandırılmış numune kapları içerisinde değerlendirme formu ile birlikte sunulmuştur. Öncelikle kontrol grubunun kekin duyusal değeri belirlenmiş daha sonra diğer keklerin özelliklerinin bu değerlendirmeye göre hangi konumda olduğunun belirtilmesi istenmiştir. Duyusal analizde panelistlerden kabuk rengi, kabuk kalınlığı, kek iç rengi, gözenek durumu, esneklik, nemlilik ve yapışkanlık, tat aroma, yutulabilirlik, ağızda bıraktığı his ve genel tekstür açısından değerlendirmeleri istenmiş ve Çizelge 6'daki ortalamalar elde edilmiştir.

Çizelge 6. Stevya ilaveli keklerin duyusal analiz sonuçları

	Kabuk Rengi	Kabuk Kalınlığı	Gözenek Durumu	Nemlilik ve Yapışkanlık	Tat Aroma	Yutulabilirlik	Ağızda Bıraktığı His	Genel kabul edilebilirlik
Kontrol	4.55 <sup>b</sup> ± 1.63	5.45 <sup>c</sup> ± 1.57	6.00 ± 1.48	3.73 <sup>b</sup> ± 1.55	5.45 ± 1.44	5.27 <sup>b</sup> ± 1.90	6.00 <sup>b</sup> ± 1.09	6.00 <sup>b</sup> ± 1.84
S1	7.45 <sup>a</sup> ± 1.81	7.91 <sup>a</sup> ± 0.70	7.36 ± 1.50	5.91 <sup>a</sup> ± 1.81	7.27 ± 1.49	7.36 <sup>a</sup> ± 1.12	7.45 <sup>a</sup> ± 1.44	7.73 <sup>a</sup> ± 0.90
S2	6.09 <sup>a,b</sup> ± 1.64	5.73 <sup>b,c</sup> ± 2.28	6.09 ± 2.12	4.36 <sup>a,b</sup> ± 1.86	5.82 ± 1.72	5.91 <sup>a,b</sup> ± 1.92	6.18 <sup>a,b</sup> ± 1.40	6.27 <sup>a,b</sup> ± 1.74
S3	7.36 <sup>a</sup> ± 1.63	7.27 <sup>a,b</sup> ± 1.10	7.27 ± 1.01	6.27 <sup>a</sup> ± 1.79	6.91 ± 1.81	6.82 <sup>a,b</sup> ± 1.40	7.18 <sup>a,b</sup> ± 1.08	7.55 <sup>a,b</sup> ± 0.69

Her bir sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak fark vardır (p<0.05).

Değerler incelendiğinde kabuk rengi, kabuk kalınlığı, nemlilik ve yapışkanlık, genel tekstür, tat aroma, yutulabilirlik ve ağızda bıraktığı his açısından istatistiki olarak fark önemli (p<0.05) bulunmuştur.

Nemlilik ve yapışkanlık kriteri dışındaki diğer değerlendirmeler de % 25 stevya içeren kek örnekleri en yüksek ortalama puanı almışken, nemlilik ve yapışkanlıkta % 75 stevya içeren grup beğeni kazanmıştır.

Vatankhah ve ark. (2015) %50 oranında stevyozit ikameli bisküvilerin renk haricinde tat, lezet-aroma, tekstür-çignenebilirlik, ve genel kabul edilebilirlik açısından kontrol grubu ile aralarında önemli farklılığın olmadığını bildirmişlerdir.

Genel kabul açısından % 25 stevya içeren grup en beğenilen grup olmuştur ve ardından %75 stevya içeren kek örnekleri beğenilmiştir.

Khalil ve ark. (2015) %50'ye kadar şekerin steviyozitle ikame edilmesinin keklerin tüm duyusal parametreleri arasında herhangi bir farklılığa yol açmadığını ifade etmişlerdir.



### 3.5. Kek Örneklerine Ait Enerji Değerleri

Farklı seviyelerde eklenmiş stevya ile şeker içeriğinin azaltılması amaçlanan kek örneklerinin enerji değerleri Çizelge 7’de verilmiştir. Kek örneklerinde şeker içeriğinin azalması ile birlikte kalori değerlerinde önemli ( $p < 0,05$ ) ölçüde bir düşüş yaşanmıştır.

Çizelge 7. Farklı seviyelerde eklenmiş stevya ile şeker içeriğinin azaltılması amaçlanan kek örneklerinin enerji değerleri

	Kontrol	S1	S2	S3
<b>Enerji –Kcal/100 g*</b>	425 <sup>a</sup>	400 <sup>b</sup>	377 <sup>c</sup>	354 <sup>d</sup>

### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Kek üretiminde şeker yerine ikame olarak piyasada satılan sıvı stevya kullanılmış olup şekerin ikame edildiği örnekler genel olarak kontrol grubu ile benzer sonuçlara sahip olmuştur. Bu sayede ürün özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadan 100 g kek tüketimi ile alınacak enerji miktarında yaklaşık % 6-16’lık bir azalma sağlanabilir. Pişme kaybı ve kek verimi göz önüne alındığında ise %50 oranında şekerin ikame edildiği örnekler ön plana çıkmaktadır. Günümüzde düşük kalorili gıdalara ilginin katlanarak arttığı düşünüldüğünde stevya kullanılan keklerdeki enerji düşüşünün çok önemli olduğu aşikardır. Gıda sektöründe stevya kullanımı yaygınlaşmalıdır. Optimum kullanım oranları ve depolama süresince meydana gelebilecek değişimler açısından daha ileri araştırmaların gerçekleştirilmesine ihtiyaç vardır.

### Kaynaklar

- AACCI, (2000). Methods (10-05.01./10-91.01) Guidelines for measurement of volume by rapeseed displacement. Approved Methods of Analysis, 11th edition. St. Paul, MN: AACCI International.
- Aswin, K.A., Sankara, N.B., Sandiya, R., (2015). Stevia the Ideal Sweetener: A Review. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 6 (2):174.
- Chatsudthipong, V., Muanprasat, C., (2009). Stevioside and Related Compounds: Therapeutic Benefits Beyond Sweetness. Pharmacol Ther, 121, 41-54.
- Dizlek, H., (2003). Farklı kabartma tozlarının değişik oranlarda kullanılmasının ve kek hamurunun pişirme öncesinde bekletilmesinin pandispanya nitelikleri üzerine etkilerinin incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 85 sayfa, Adana.
- Dizlek, H., Özer, M.S., Gül, H., (2008). Keklerin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçütler. Türkiye 10. Gıda Kongresi. Erzurum.
- Dizlek, H., (2013). Kremalı kek (yaş pasta) bileşenleri ve üretimi. Dünya Gıda Dergisi, 18(2013-06):77-84.
- Dizlek, H. ve Altan, A., (2013). Pişirme öncesinde hamurun kısa süre bekletilmesinin pandispanya nitelikleri üzerine etkisi. Gıda Dergisi, 38(1):31-38.
- Dizlek, H. and Altan, A., (2015). Determination of sponge cake volume with a mathematical method. Quality Assurance and Safety of Crops and Foods, 7(4):551-557. (DOI: 10.3920/QAS2014.0463)
- Dizlek, H., (2015). Effects of amount of batter in baking cup on muffin quality. International Journal of Food Engineering, 11(5):629-640. (DOI: 10.1515/ijfe-2015-0066)

- Dizlek, H. and Özer, M.S., (2016). The impacts of various ratios of different hydrocolloids and surfactants on quality characteristics of corn starch based gluten-free bread. *Cereal Research Communications*, 44(2):298-308. (DOI: 10.1556/0806.43.2015.049)
- Dizlek, H. and Özer, M.S., (2018). The effects of various ratios of sunflower oil and surfactant on household type cake quality. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(1):173-181. (DOI: 10.1007/s11694-017-9628-9)
- Gao, J., Brennan, C.S., Mason, S.L., Brennan, M.A., (2016). Effect of sugar replacement with stevianna and inulin on the texture and predictive glycaemic response of muffins. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 1979-1987.
- Giritlioğlu, E., Dizlek, H., (2018). Sakaroz ikamesi olarak farklı tip ve düzeylerde şeker otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) bazı tatlandırıcı kullanılması bisküvi nitelikleri üzerine etkileri. *Gıda*, (2018) 43(1): 21-33 doi: 10.15237/gida.GD17076
- Gürleyik, E., (2010). Stevia'nın rat Karaciğerinde Oksidan/Antioksidan Sistem Üzerine Etkisinin Araştırılması. Ankara: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıpta Uzmanlık Tezi.
- Hemada, H.M., Shehata, A.E.N., Mohamed, E.F., Abd El-magied, S.F., (2016). The impact of Natural Stevia Extract (Stevioside) as a sucrose Replace on Quality Characteristics of Selected Food Products. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 6(1): 40-50
- Hojjatoleslami, M., Azizi, M-H. (2015). Impact of Tragacanth and Xanthan Gums on the Physical and Textural Characteristics of Gluten-free Cake. *Nutrition and Food Sciences Research*, 2(2):29-37.
- İnanç, L.A., Çınar, İ., (2009). Alternatif Doğal Tatlandırıcı : Stevia. *Gıda*, 34(6), 411-415.
- JECFA, (2007). Steviolglycosides Chemical and Technical Assessment (CTA) - Page 1(7)
- Karaca, S., (2010). Stevia Rebaudiana Yapraklarından Ekstrakte Edilen "Stevioside" ile "RebaudiosideA"nın Meyveli ve Gazlı İçeceklerde Kullanımı. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Khalil, S.R.A., Mohamed, E.S., Attia, A.E., (2015). Productivity and Quality of Stevia and The Effects of Drying on Steviosides and Its Usage in Bakery. *Journal Food and Dairy Science*, Mansoura University. 6(10):591-611
- Nip, W.K., (2014). Sweeteners. *Bakery Products: Science and Technology* (ed:W. Zhou & Y.H. Hui). Pp. 137-160. Oxford: WileyBlackwell. ISBN: 978-1-119-96715-6.
- Vatankhah, M., Garavand, F., Elhamirad, A., Yaghbani, M., (2015). Influence of sugar replacement by stevioside on physicochemical and sensory properties of biscuit. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7 (3): 393-400
- Yıldız, Ö., (2002). Düşük kalorili kek üretimi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A.B.D. Van.
- Zabihollahi, N., (2014). Düşük Kalorili Kek Üretiminde Kavrulmuş Buğdy Unu, Stevia ve Polidekstroz Kullanım İmkânının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği A.B.D. Erzurum.

## Taflan (*Prunus laurocerasus* L) Yaprağı ve Çekirdeğinin Ferrotiyosiyanat Metoduyla Total Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Ayşegül ÇEBİ

Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 28100, Giresun, Türkiye

Sorumlu Yazar: aysegul.cebi@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.11.2017

Kabul Tarihi: 07.06.2018

### Özet

Taflan veya karayemiş olarak da bilinen *Prunus laurocerasus* Karadeniz bölgesinde yaygın olarak bulunmaktadır. Ordu ilinden 2016 Ağustos ayında yaprakları ve meyveleri toplanan *P. laurocerasus* bitkisinin toplam antioksidan kapasitesini belirlemek amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Toplanan örnekler yaprak ve meyvenin çekirdeği olmak üzere ayrılmış, metanol ve etanol çözücülerinde çözülerek ayrı ekstraktlar elde edilmiştir. Toplam antioksidan kapasitesi ferrotiyosiyanat metoduna göre hazırlanan ekstraktlarda 12 saatte bir olmak üzere spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. En yüksek inhibisyon yüzdesi metanol ekstraktları için 84. saatte gerçekleşmiştir. *P. laurocerasus* metanol ekstraktının yaprağı için yüzde inhibisyon değeri 66,97, çekirdeği için 67,10 olarak belirlenmiştir. Yaprak ve çekirdeklerinin etanol ekstraktları ise 48. saatte en yüksek yüzde inhibisyon göstererek 94,67 ve 91,06 değerlerine ulaşmışlardır. Butilen hidroksi toluene (BHT) ve troloksun yüzde inhibisyon değerleri 48. Saatte 39,85 ve 43,81 olarak hesaplanmıştır. *P. laurocerasus* yaprağı ve çekirdeğinin standart antioksidanlara göre yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca etanol ekstraktının da metanol ekstraktına göre daha yüksek antioksidan aktivite verdiği görülmüştür. *P. laurocerasus* çekirdeğinin ise yaprağına göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Prunus laurocerasus*, antioksidan, ferrotiyosiyanat, etanol.

## Determination of Total Antioxidant Capacities by Ferrous Thiocyanate Method in Leaf And Seed of Cherry Laurel (*Prunus laurocerasus* L)

### Abstract

*Prunus laurocerasus*, also known as taflan or karayemiş, is commonly found in the Black Sea region. This study was carried out to determine total antioxidant capacity of *P. laurocerasus* plant collected leaves and fruits from Ordu province in August 2016. The collected samples were separated into leaves and fruit kernel, and dissolved in methanol and ethanol solvents to obtain separate extracts. The total antioxidant capacity was measured spectrophotometrically at 12 h in extracts prepared according to the ferrous thiocyanate method. The highest percent inhibition occurred at 84 hours for methanol extracts. The percent inhibition value for the methanol extract of *P. Laurocerasus* was determined to be 66.97 and 67.10 for the leaf and kernel, respectively. The ethanol extracts of leaves and seeds showed the highest percent inhibition at 48th hour, reaching 94.67 and 91.06. Percent inhibition values of the butylated hydroxy toluen (BHT) and trolox were calculated as 39.85 and 43.81 in 48th hour. It was determined that the leaf and kernel of *P. laurocerasus* showed high antioxidant activity compared to standard antioxidants. It was also found that the ethanol extract gave higher antioxidant activity than the methanol extract. The kernel of the *P. Laurocerasus* has higher antioxidant capacity than the leaf.

**Keywords:** *Prunus laurocerasus*, antioxidant, ferrous thiocyanate, ethanol.

## 1. Giriş

Taflan olarak bilinen *P. laurocerasus* Güneybatı Asya, Güneydoğu Avrupa ve Karadeniz kıyılarında doğal olarak bulunmaktadır. Rosaceae familyası ve Prunoideae subfamilyasına ait olan *P. laurocerasus* bitkisine özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde sıklıkla rastlanmakta ve yemişleri besin olarak tüketilmektedir. Halk arasında analjezik, antispasmodik ve sedatif etkilerinin yanında kan şekerini düşürücü etkisinin olduğu da bilinmektedir (Kolaylı ve ark., 2003). Herhangi bir mide lezyonuna yol açmadan anti-enflamatuvar bir etkisinin olduğu kaydedilmiştir (Erdemoglu ve ark., 2003). Taflan bitkisinin meyve ve çekirdeği sindirim ve solunum hastalıkları, bronşit, egzema ve hemoroid tedavisinde tavsiye edilmiştir (Çolak ve ark., 2005, Kolaylı ve ark., 2003).

Taflan bitkisinin meyvesinin sahip olduğu fenolik içerik sayesinde besinsel ve farmasötik değeri çoktur. Meyvesindeki en sık rastlanan fenolik içerikler benzoik asit, klorojenik asit, vanillik asit ve kafeik asit iken, antosiyanin, bazı mineral maddeler, vitamin C ve tannin ise yapısında bulunan diğer maddelerdendir (Alaşalvar ve ark., 2005, Çolak ve ark., 2005, Kolaylı ve ark., 2003, Ayaz, 2001). Taflan bitkisi sahip olduğu fenolik içerikler sayesinde antioksidan aktiviteye sahiptir. Antioksidanlar pekçok hastalık sürecinde ortaya çıkan okside substratın oksidasyonunu engeller veya geciktirir (Gülçin ve ark., 2005). Bitkinin bünyesinde ortaya çıkan bu sekonder metabolitler bitkiyi dış etkenlerden korumak için gereklidir. Hidroksil radikali ve süperoksit radikali gibi serbest radikalleri süpürücü etki, tek elektron transferi, hidrojen aktarma ve metal iyon şelatlama mekanizmalarıyla fenolik maddeler antioksidan etki gösterebilirler (Liyana-Pathirana ve ark., 2006, Kolaylı ve ark., 2008).

Bu çalışmanın amacı Doğu Karadeniz bölgesinde yaygın olarak yetişen ve meyveleri sıkça tüketilen taflan veya karayemiş olarak bilinen *P. laurocerasus* bitkisinin yaprak ve çekirdeklerinin ferrotiyosiyonat metodu ile total antioksidan kapasitesini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Kullanılan Malzemeler

*P. laurocerasus* yaprağı ve meyve çekirdeği, % 96'lık etil alkolden 781,25 ml alınıp mezüre konuldu ve 1000 ml'ye tamamlanarak % 75'lik etil alkol hazırlandı. % 37'lik HCl çözeltisinden 7,949 ml alındı ve 100 ml'ye tamamlanarak % 3,5' luk stok HCl çözeltisi hazırlandı. 0,397 gr FeCl<sub>2</sub> alınıp % 3,5'luk HCl ile 100 ml'ye tamamlanarak 0,02 M'lık FeCl<sub>2</sub> stoğu elde edildi. 30 gr amonyum tiyosiyonat alındı ve 100 ml'ye tamamlanarak % 30'luk amonyum tiyosiyonat stoğu hazırlandı. 45

ml tampon çözeltisi, 155 µl linoleik asit ve 160 ml tween 20 karıştırılarak linoleik asit emisyon stok çözeltisi hazırlandı.

## 2.2. Örneklemeye Metodu

*P. laurocerasus* Ordu ili Turnasuyu mevkiinden Ağustos 2016 tarihinde toplandı. Toplanan örnekler temizlendikten sonra etüvde kurutuldu ve mekanik öğütücü ile toz haline getirildi.

## 2.3. Ekstraktların Hazırlanışı

Kurutulan ve öğütülen örnekler etanol ve metanol çözücüleri kullanılarak ekstrakt haline getirildi. Etanol ve metanol ekstraksiyonu için 20'şer gram bitki örneği 400 mL çözücü ile oda koşullarında çalkalamalı su banyosunda 300 rpm'de 3 saat inkübasyona tabi tutuldu (Tawaha, 2007). Süzgeç kâğıdı kullanılarak süzülme ve süzüntülerin çözücüleri bir süre evaporatörde 40 °C'de uçuruldu. Daha sonra beherlere alınan örnek etüvde 40 °C'de kazınacak forma gelene kadar çözücülerin uçması sağlandı. Total antioksidan aktivite ölçümleri yapılacak olan konsantrasyonlar için metanol ekstraktı metanolde, etanol ekstraktı ise etanolde 200 µg/ml olacak şekilde hazırlandı.

## 2.4. Ferrik Tiyosiyonat Metodu ile Total Antioksidan Kapasitesi Tayini

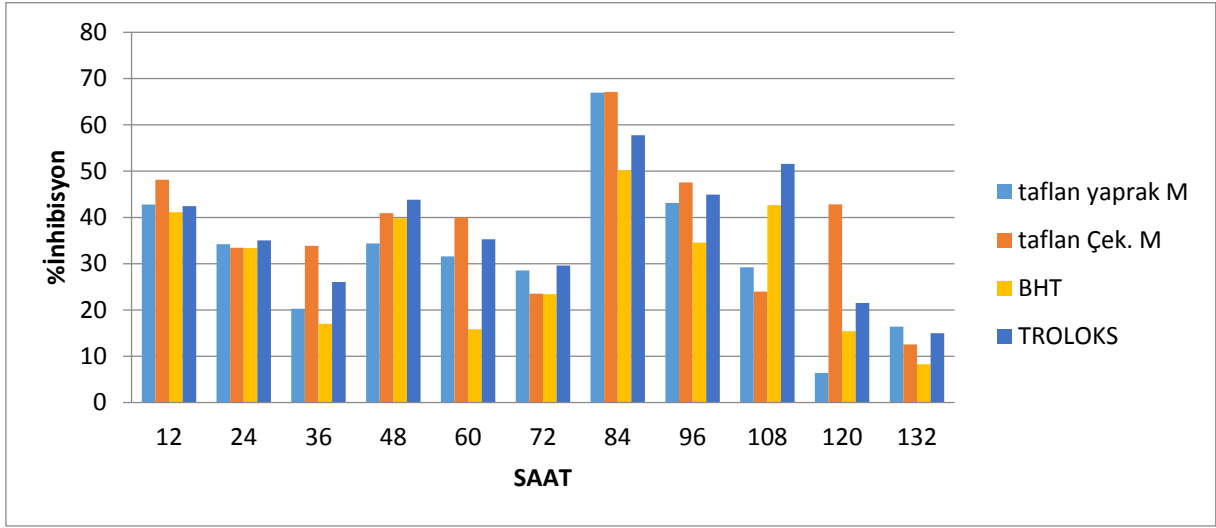
Antioksidan aktivite ferrik tiyosiyonat metodu kullanılarak (Pan ve ark., 2007) belirlenmiştir. Bu metoda göre *in vitro* koşullarda linoleik asit oksidasyonu oluşturulur ve oksidasyon sırasında Fe<sup>2+</sup> iyonları Fe<sup>3+</sup> iyonlarına yükseltgenir. Belirli aralıklarla inkübasyondaki karışımdan örnek alınarak spektrofotometrik ölçüm ile peroksitlerin oluşumu takip edilir. Absorbans değerinin yüksek olması peroksit konsantrasyonunun da yüksek olduğunu gösterir.

Belirli konsantrasyondaki örnek ekstraktından 1ml alınıp üzerine 0,02 M pH=7 olan fosfat tampon çözeltisi, 155 µl linoleik asit, 160 ml tween 20 karışımından 45 ml eklenerek iyice karıştırıldı. Daha sonra reaksiyon karışımı ağzı kapaklı tüplerde 37 °C'de inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sırasında çeşitli zaman aralıklarında 0,1ml örnek alınarak üzerine 4,7ml %75 v/v etanol, 0,1ml %30 v/v amonyum tiyosiyonat ve 0,1ml 0,02 M FeCl<sub>2</sub> eklendi ve vorteks ile karıştırıldı.

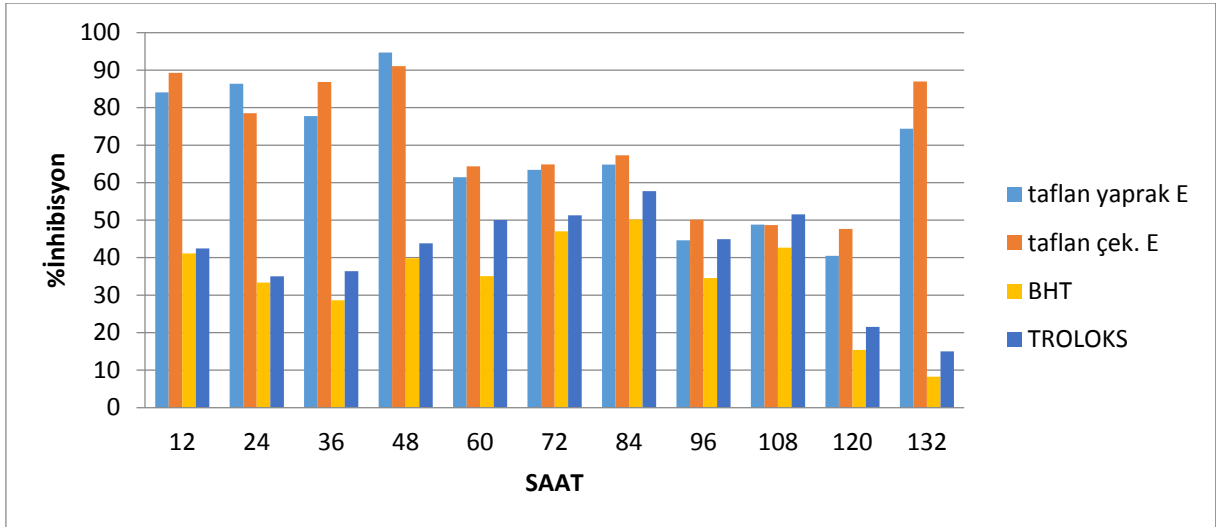
Lipit oksidasyonu sonucu oluşan peroksitler Fe<sup>2+</sup> iyonlarını Fe<sup>3+</sup>'e yükseltger ve oluşan Fe<sup>3+</sup> tiyosiyonat ile reaksiyona girerek 500 nm'de maksimum absorbansa sahip bir kompleks oluşturur. Aynı koşullar antioksidan madde içermeyen kontrol örneği için de uygulanmıştır. Yapılan tüm deneyler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş olup ortalamaları alınmıştır.

Lipit peroksidasyonu inhibisyonu hesaplanması aşağıdaki formül ile yapılmıştır;

$$\%LPI= 100-[(\text{Absörnek} / \text{Abskontrol}) \times 100]$$



Şekil 1. Taflan yaprak ve çekirdeğinin metanol ekstraktlarının yüzde inhibisyon değerlerinin BHT ve troloks ile karşılaştırılması



Şekil 2. Taflan yaprak ve çekirdeğinin etanol ekstraktlarının yüzde inhibisyon değerlerinin BHT ve troloks ile karşılaştırılması

### 3. Bulgular ve Tartışma

Çoğu hastalığın patogeneğinde önemli bir faktör olan serbest radikaller antioksidan mekanizmalar tarafından bertaraf edilebilmektedir. *P. laurocerasus* taflan ya da karayemiş olarak bilinen, ülkemizde özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen ve meyvesi sıkça tüketilen bir bitkidir. Meyvesinde bulunan doğal flavanoidler, vitamin ve mineraller ile *P. laurocerasus* zengin bir besin kaynağının olması yanı sıra farmasötik açıdan da kıymetlidir.

Taflan bitkisinin mikrodalga, ultrason ve sokholet ekstraksiyonu gibi farklı ekstraksiyon teknikleri denenmiş olan bir çalışmada en verimli ekstraksiyonun sokholet ekstraksiyonu olduğu,

antioksidan ve fenolik içerik bakımından ise mikrodalga ekstraksiyonunun daha verimli olduğu belirtilmiştir (Karabegović ve ark., 2014). *P. laurocerasus* bitkisinin tip II diabete karşı etkinliği ile ilgili yapılan bir araştırmada, alloksan ile diabet yapılmış sıçanlara bitki ekstraktları verilmiş ve kan şekeri seviyeleri incelenmiştir. Taflan ekstresinin 500 ve 1000 mg/kg dozlarda kan şekerini anlamlı olarak düşürdüğü kaydedilmiştir. Dahası glikazid ile oluşturulan hipoglisemiye ve tokluk kan şekerini normal seviyeye getirdiği belirtilmiştir (Türkoglu, 2013). Sahan'ın yaptığı invitro bir çalışmada *P. laurocerasus* bitkisinin etanol ve su ekstraktlarının antifungal etki gösterdiği belirtilmiştir (Sahan, 2011). Demir ve arkadaşlarının başka bir in vitro araştırmasında, taflan bitkisinin insan kanser hücrelerine karşı sitotoksik etkisi incelenmiş, akciğer, kolon, karaciğer ve serviks kanseri hücre hatlarında selektif olarak sitotoksik etki gösterdiği saptanmıştır. Kolon kanseri hücrelerinde en yüksek sitotoksik aktivite bulunmuştur ve IC50 değeri 265.2 µg/l olarak kaydedilmiştir (Demir ve ark., 2017).

Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre, taflan yaprak ve çekirdeğinin metanol ekstraktının yüzde inhibisyon değeri 12. saatte sırasıyla 42,78 ve 48,13 iken, standart antioksidanlardan BHT ve troloksun yüzde inhibisyon değerleri ise 12. saatte 41,12 ve 42,43 olarak hesaplanmıştır. 36. saatte ise taflan yaprak ve çekirdeğinin metanol ekstraktı 20,28 ve 33,88 yüzde inhibisyon değerine sahip iken, BHT ve troloksun 48. saatte sırasıyla 17,02 ve 26,06' dır. Taflan yaprak ve çekirdeğinin metanol ekstraktlarının yüzde inhibisyon değeri 84. saatte maksimum değere ulaşarak sırasıyla 66,97 ve 67,10 olarak hesaplanmıştır. Buna karşın BHT ve troloksun yüzde inhibisyon değerleri ise 50,18 ve 57,75 olarak bulunmuştur (Şekil 1).

Taflan yaprak ve çekirdeğinin etanol ekstraktlarının yüzde inhibisyon değerleri ise sırasıyla 12. saatte 84,06 ve 89, 27 iken, 36. saatte 77,76 ve 86, 84 olarak hesaplanmıştır. Taflan yaprak ve çekirdeklerinin etanol ekstraktları ise en çok 48. saatte yüzde inhibisyon göstererek 94,67 ve 91,06 değerlerine ulaşmışlardır. BHT ve troloksun yüzde inhibisyon değerleri 48. saatte ise sırasıyla 39,85 ve 43,81 olarak hesaplanmıştır (Şekil 2).

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Sonuç olarak yöresel ismi taflan veya karayemiş olan *P. laurocerasus* bitkisinin yaprak ve çekirdeklerinin etanol ve metanol ekstraktları elde edilmiş ve total antioksidan kapasiteleri ferrotiyosiyanat metoduna göre saatlere bağlı olarak ölçülmüştür. Taflan bitkisinin yaprak ve çekirdeğinin standart antioksidanlar olarak bilinen BHT ve troloksun daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Etanol ekstraktları daha yüksek antioksidan kapasite göstermiştir. İlâveten, taflanın çekirdeğinin yaprağına göre daha fazla antioksidan kapasiteye sahip

olduğu söylenebilir. Doğu Karadeniz bölgesinde yoğun olarak bulunan ve sıkça tüketilen taflan bitkisi üzerine daha detaylı analizlerin yapılması gerekmektedir.

### Kaynaklar

- Alasalvar, C., Al-Farsi, M., Shahidi, F., (2005). Compositional characteristics and antioxidant components of cherry laurel varieties and pekmez. *J. Food Sci.* 70 (1), 47–52.
- Ayaz, F.A., (2001). Changes in phenolic acids of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* ‘Oxygemmis’) fruit during maturation. *Acta Biol. Cracov. Bot.* 43, 23–26.
- Colak, A., Özen, A., Dincer, B., Güner, S., Ayaz, F.A., (2005). Diphenolases from two cultivars of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) fruits at an early stage of maturation. *Food Chem.* 90 (4), 801–807.
- Demir, S., Turan, I., Demir, F., Ayazoglu Demir, E., & Aliyazicioglu, Y. (2017). Cytotoxic Effect of *Laurocerasus officinalis* Extract on Human Cancer Cell Lines. *Marmara Pharmaceutical Journal* 21, 121-126.
- Erdemoglu, N., Küpeli, E., Yes, İlada, E., (2003). Anti-inflammatory and antinociceptive activity assessment of plants used as remedy in Turkish folk medicine. *J. Ethnopharmacol.* 89 (1), 123–129.
- Gülçin D, Berashvili D, Gepdiremen A (2005). Antiradical and antioxidant activity of total anthocyanins from *Perilla pankinensis* Decne. *J. Ethnopharmacol.* 101, 287-293.
- Karabegović, I. T., Stojičević, S. S., Veličković, D. T., Todorović, Z. B., Nikolić, N. Č., & Lazić, M. L. (2014). The effect of different extraction techniques on the composition and antioxidant activity of cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) leaf and fruit extracts. *Industrial Crops and Products*, 54, 142-148.
- Kolayli, S., Küçük, M., Duran, C., Candan, F., Dinc, er, B., (2003). Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. (cherry laurel) fruit grown in the Black Sea region. *J. Agric. Food Chem.* 51 (25), 7489–7494.
- Kolayli S, Aliyazıcıoğlu R, Ulusoy E, Karaoğlu Ş (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of selected Turkish honeys. *Hacettepe J. Biol. Chem.* 36(2), 163-172.
- Liyana-Pathirana C. M, Shahidi F, Alasalvar C (2006). Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chem.* 99, 121-128.
- Pan Y., Zhang X., Wang H., Liang Y., Zhu J., Li H., Zhang Z., Wu Q., (2007). Antioxidant potential of ethanolic extract of *Polygonum cuspidatum* and application in peanut oil. *Food Chem.* 105(4), 1518-1524.
- Sahan, Y., (2011). Effect of *Prunus laurocerasus* L.(cherry laurel)leaf extracts on growth of bread spoilage fungi. *Bulg. J. Agric. Sci.* 17 (1), 83–92.
- Tawaha K., Alali F. Q., Gharaibeh M., Mohammad M., El-Elmat T., (2007): “Antioxidant activity and total phenolic of selected Jordanian plant species.” *Food Chemistry*, 104, 1372-1378.
- Türkoğlu M, Dündar C, Süleyman H., (2013, 29-31 Mart) Bitkisel İlaç Geliştirme Süreci: *Prunus lauracerasus* Ekstresinin Tip II Diyabete Karşı Etkinliği. İlaç Kimyasi Üretimi Teknolojisi, Standardizasyonu Kongresi, Kimyagerler Dernegi, Antalya.



## **Mathematica ile Matris Cebiri**

Halil MUTUK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Samsun, Türkiye

**Sorumlu Yazar:** halilmutuk@gmail.com

**Geliş Tarihi:** 03.05.2018

**Kabul Tarihi:** 29.05.2018

### **Özet**

Bu çalışmada Mathematica programı kullanılarak matris cebirindeki işlemler bilgisayar ortamında yapılmıştır. Matrislerde toplama, çıkarma, çarpma, determinant alma ve ters bulma işlemleri ayrıntılı algoritmalarıyla birlikte verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mathematica, Matris, Matris Cebiri

## **Matrix Algebra in Mathematica**

### **Abstract**

In this work we implemented matrix algebra into Mathematica. Summation, subtraction, multiplication, taking determinant and inverse of the matrices are shown detailed algorithms in Mathematica.

**Keywords:** Mathematica, Matrix, Matrix Algebra

## 1. Giriş

Matris en genel anlamda sayıların veya değişkenlerin dikdörtgen veya kare biçimindeki bir tablo şeklinde sıralanmasıdır. Bu sayılar bir problemde ele alınan parametreler de olabilir. Bir matris satır ve sütun sayısı ile temsil edilir. Matrisin matematiksel tanımı şu şekilde yapılır:

**Tanım 1.**  $m, n, i, j > 0$  olmak üzere tüm  $a_{ij}$  reel sayılarından oluşan

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (1)$$

dizilişe  $m \times n$  boyutunda bir  $A$  matrisi denir. Bu matris kısaca  $A = [a_{ij}]_{m \times n}$  şeklinde de gösterilebilir. Bu gösterimde  $a_{ij}$ ,  $A$  matrisinin  $i - nci$  satır ve  $j - nci$  sütunundaki elemanıdır. Matristeki yatay sıralara matrisin satırı, dikey sıralara da matrisin sütunu denir.  $m \neq n$  ise matrise dikdörtgen matris,  $m = n$  ise matrise kare matris denir. Uygulamalarda kare matrisi daha geniş bir kullanım alanına sahiptir. Her ne kadar matris elemanlarını genelde reel sayılardan oluşsa da bazı durumlarda kompleks sayılardan oluşabilir. Ayrıca matrisin elemanları fonksiyon veya bizzat kendisi de bir matris olabilir.

Matris teorisi, hem lineer cebirin hem de matematiğin önemli bir alt dalıdır. Matrisler gerek matematik gerekse fen bilimleri içerisinde geniş kullanım ve uygulama sahasına sahiptir. Lineer denklem takımının matris gösterimi çözümün araştırılmasında büyük kolaylık sağlar. Örneğin elektrik devre analizinde Kirchhoff denklemlerini matrisler aracılığıyla çözmek doğrudan çözmeye göre daha caziptir. Benzer şekilde vektör cebirini de matris teorisi aracılığıyla çalışmak sonlu bir uzayda yer alan vektör ve operatörler matrislerle temsil edilebildiğinden mümkündür. Örneğin Heisenberg tarafından geliştirilen kuantum mekaniğinin matris formülasyonu özellikle parçacıkların saçılma genliğini hesaplamak için oldukça kullanışlıdır. Yine mühendislikte yer alan dinamik sistemlerin analiz ve dizayn problemleri matrislerin kullanıldığı bir çalışma alanıdır.

Matrisler teorisinde matrisin toplama, çıkarma ve çarpma işlemleri tanımlıyken iki matrisin bölme işlemi tanımlı değildir. Daha doğru bir ifadeyle matrislerin bölünmesi iyi tanımlı değildir. Bunun altında yatan sebep matris çarpımının yer değiştirmemesidir (komütatif olmamasıdır).  $A$  ve  $B$  iki matris olmak üzere bölme işlemini şu şekilde gösterelim:  $\frac{A}{B} = AB^{-1}$ . Bu tanımda  $B^{-1}$ ,  $B$  matrisinin tersidir. Burada her matrisin tersinin var olmayacağını da not etmek gerekir.  $B$  terslenebilir bir matris olduğunda  $B^{-1}A = \frac{A}{B}$  olacağı söylenebilir fakat iki matrisin çarpımı genel anlamda sıra değiştirmez, yani  $AB^{-1} \neq B^{-1}A$ . Dolayısıyla tanımlanan iki bölme işleminde farklı sonuçlar çıkacaktır ki bu bölme işleminin tanımına uygun değildir.

Matrislerle ilgili Türkçe literatürde geniş ve kapsamlı ders kitapları bulmak mümkündür. Bunlardan bazıları bu çalışmanın kaynaklar kısmında belirtilmiştir (Hacısalıhoğlu, 1999; Sabuncuoğlu, 2017; Yüce, 2015; Çalışkan, 2011; Çiftçi, 2015; Akın, 2007; Taşçı, 2006; Çallıalp ve Kuruoğlu, 1996). Biz bu çalışmada kısaca matrislerde toplama, çıkarma ve çarpma işlemlerini Mathematica programı yardımıyla tanımlayacağız.

### Tanım 2. Matrislerin Toplanması ve Çıkarılması

$A$  ve  $B$  aynı boyutlu iki matrisin toplamı karşılıklı elemanların toplanması veya çıkarılması ile yapılır. Sonuç matrisi  $C$  ile gösterilirse toplama işlemi şu şekilde yazılabilir

$$[c_{ij}]_{m \times n} = [a_{ij}]_{m \times n} \pm [b_{ij}]_{m \times n} \quad (2)$$

Farklı boyuttaki matrisle toplanamaz veya çıkarılamaz. Örneğin iki matrisin toplamı şu şekildedir (birinci satırda işlemlerin nasıl yapıldığı gösterilmiştir):

$$\begin{bmatrix} 1 & 7 & -1 \\ 2 & 2 & 2 \\ -3 & 3 & 4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 & -2 & 5 \\ 6 & -4 & 0 \\ -5 & 1 & -5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1+2)=3 & (7-2)=5 & (-1+5)=2 \\ 8 & -2 & 2 \\ -8 & 4 & -1 \end{bmatrix}.$$

### Tanım 3. Matrislerin Çarpımı

Matrislerle çarpma işleminin yapılabilmesi için birinci matrisin sütun sayısı ile ikinci matrisin satır sayıları birbirlerine eşit olmalıdır.  $A$  ve  $B$  iki matris olmak üzere çarpma işlemi ancak  $[a_{ij}]_{m \times p}$  ile  $[b_{ij}]_{p \times n}$  olduğunda mümkündür. Çarpımın gösterimi şu şekildedir:

$$[c_{ij}]_{m \times n} = a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + \dots + a_{ip}b_{pj} = \sum_{k=1}^p a_{ik}b_{kj} \quad (3)$$

Bir örnek olması açısından şu çarpma işlemini gösterelim:

$$\begin{array}{c} \longrightarrow \\ \left[ \begin{array}{cc} 3 & 2 \\ 1 & 4 \\ -1 & -5 \end{array} \right] \times \begin{array}{c} \downarrow \\ \left[ \begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \\ -2 & 1 & -3 \end{array} \right] \end{array} = \left[ \begin{array}{ccc} (3-4) & (6+2) & (9-6) \\ (1-8) & (2+4) & (3-12) \\ (-1+10) & (-2-5) & (-3+15) \end{array} \right] \\ = \left[ \begin{array}{ccc} 16 & 5 & 37 \\ 38 & 30 & 76 \\ -23 & -38 & -33 \end{array} \right]. \end{array}$$

Burada ispatını yapmadan göstereceğimiz, matrislerin bir takım cebirsel özellikleri vardır. Matrislerde toplama ve çıkarma değişme ve birleşme özelliklerine sahiptir:

$$A + B = B + A \text{ (değişme)} \quad (4)$$

$$A + (B + C) = (A + B) + C \text{ (birleşme)} \quad (5)$$

$$k(A + B) = kA + kB, \text{ k skaler bir sayı} \quad (6)$$

Çarpmanın ise şu özellikleri vardır:

$$A(B + C) = AB + AC \text{ (soldan dağılma)} \quad (7)$$

$$(A + B)C = AC + BC \text{ (sağdan dağılma)} \quad (8)$$

$$A(BC) = (AB)C \text{ (birleşme)} \quad (9)$$

$$AB \neq BA \text{ (değişme özelliği yoktur)} \quad (10)$$

$$AB = 0 \text{ olduğunda } A \neq 0 \text{ veya } B \neq 0 \text{ olabilir.} \quad (11)$$

$$AB = AC \text{ olması } B = C \text{ olmasını gerektirmez.} \quad (12)$$

Şüphesiz matrislerle yapılabilecek işlemler burada gösterilen özelliklerle sınırlı değildir. Burada detaylıca göstermeyeceğimiz, matrisin transpozesi, determinantı, simetrik ve ters simetrik matrisler, matrisin izi vb. kavramlar lineer cebir kitaplarında bulunabileceği gibi sayısal çözümlene kitaplarında da bulunabilir (Tapramaz, 2002; Aktaş ve ark., 1991). Buradan da anlaşılacağı üzere matris işlemleri sayısal çözümlenenin de kapsamındadır.

Bu çalışmanın amacı matris cebirindeki işlemlerin bilgisayar ortamında yapılmasını olanak tanıyan algoritmaları vermektir. Bu algoritmalar Mathematica programlama dilinde yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde sayısal çözümlene ile ilgili kısa bir giriş yapılmış ve daha sonra Mathematica programlama dilinin temel özelliklerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde ilgili algoritmalar verilmiş ve son bölümde ilgili algoritmalar hakkında bir sonuç verilmiştir.

## 2. Sayısal Çözümlene

Tarih boyunca bilim insanların doğanın ve hatta evrenin bir kısmını veya tamamını betimlemesiyle ortaya koyduğu model ve kuramlarla doğayı ve evreni anlama çabamız devam etmektedir. Matematik dilinde ortaya konulan bu model ve kuramların işleyişinde ortaya çıkabilecek bazı problemlerin çözümü en az orijinal problem kadar önemli bir problemdir. Hareketi anlamak adına Newton, türev ve integrali bir anlamda “icat ederek” kendi kuramının ortaya koyduğu problemleri çözmeyi amaçlamıştır. Türev ve integral aynı zamanda Newton’un çağdaşı olan Alman bilim insanı Leibniz tarafından da bulunmuştur. Türev ve integral olmasaydı hareket denklemlerinin çözümü neredeyse imkansızdı.

Bilimin genel anlamda yöntemi mevcut model ve kuramlar aracılığıyla problemler ortaya koymak ve onlara çözüm bulmaktır. Bu problemler bazen model ve/veya kuramlarda öngörülmemiş olabilir. Özellikle fen bilimleri ve mühendislik alanındaki genel yaklaşım, problemleri matematik dilinde ifade etmektir. Doğadaki veya evrendeki olguları modellemek en az onu çözmek kadar değerlidir. Bu çözüm her zaman tam ve doğru bir şekilde olmayabilir.

Sayısal çözümlenenin kapsamı ve sınırları kesin olarak belirlenmemektedir. Matematiksel işlemlerin bulunmasına kadar sürdürülebilen bir başlangıcı olsa da sayısal çözümlene adı 1950’lerde ortaya çıkmıştır. Bu tarihlerde kurulan ABD Nümerik Analiz Enstitüsü’nün bu isimlendirmede pay sahibi olduğu söylenir (Çağal, 1989). Sayısal çözümlenenin bir tanımı Aktaş ve

ark. tarafından (1991) şu şekilde verilmiştir: Sayısal çözümlemenin amacı matematiksel modellerle ifade edilmiş çok çeşitli alanlara ait problemlerin çözümünü bilgisayar yardımıyla yaparak belirli bir hassaslığa sahip sonuç elde edebilmek için kullanılacak yöntemlerin bulunması, geliştirilmesi ve var olanların irdelenmesiyle en etkin olanının (olanlarının) saptanmasıdır.

Günümüzde bu konudaki genel yaklaşım, sayısal çözümlemenin bir disiplinler arası bilim olduğu yönündedir. Bundaki etken sayısal çözümlemenin hem bilgisayar bilimi ve teknolojisiyle hem de matematikle olan yakın ilgisidir. Sayısal çözümleme ile bilimsel, teknik ve hatta sosyal alandaki problemlerin çözümü yapılabilir.

Matematik diliyle ifade edilen problemlerin iki çözümü vardır: *analitik çözümler* ve *sayısal çözümler*. Analitik çözümler, tam çözümler olarak da bilinir. Analitik çözümler ilgili problemde var olan parametrelere ve değişkenlere bağlı bir ifade verdiği için her zaman arzu edilen bir çözümdür çünkü parametreleri değiştirerek problemin incelenmesi ve olgunun anlamlanması kolaylaşır (Tapramaz, 2002). Örneğin kuantum mekaniğindeki bir olgu olan kuantum harmonik salıncı analitik olarak çözülebilen nadir örneklerden biridir. Harmonik olmayan salıncı modelleri belli yaklaşımlar altında harmonik salıncıya benzetilerek çözüme sahip olmak istenir.

Sayısal çözümleme işte bu şekilde analitik olarak çözüme sahip olunamayan durumlarda kullanılır. Sayısal çözümleme ile elde edilen çözümler sayısal çözümlerdir ve çözümde yer alan parametreleri değiştirerek ancak sistemin bir kısmı açıklanabilir çünkü başlangıçta belirli bir kabul altında bu çözüme ulaşılmıştır.

Hangi tür problemlerin sayısal analiz kapsamına girdiği hususunda bir görüş birliği olmasa da analitik olarak çözümlenemeyen problemleri ele alması yaygın bir kabuldür. Bununla birlikte analitik olarak çözülebilen problemler de sayısal olarak çözümlenebilir. Analitik olarak çözümlenemeyen her problem sayısal olarak çözümlenebilir şeklindeki çıkarım yanlıştır. Örneğin birinci dereceden bir polinomun kökleri hem analitik hem de sayısal olarak bulunabilir:  $p(x) = ax + b = 0 \Rightarrow x = -\frac{b}{a}$ . İkinci dereceden bir polinomun kökleri de buna benzer şekilde bulunabilir fakat derecesi dörtten büyük gerçel katsayılı bütün polinomlar için köklerinin cebirsel yöntem veya kök alma yoluyla hesaplanmasını veren bir algoritma yoktur. Yani bu problem sayısal çözümleme ile de çözülemez. Bununla birlikte üçüncü ve dördüncü dereceli polinomların kökleri sayısal çözümleme ile bulunabilir.

## 2.1. Mathematica

Bilgisayar bilimleri ve teknolojisinin gelişmesiyle birlikte 1980'li yıllardan itibaren paket yazılımlar ortaya çıkmıştır. MATHEMATICA, MAPLE ve MATLAB bunlardan en popülerleridir. Bu paket yazılımlar programlama dillerinden biri veya birkaçı yardımıyla oluşturulmuştur. 1950'li

yıllardan itibaren ortaya çıkan BASIC, FORTRAN, PASCAL, C, VISUAL BASIC ve son yıllarda popülerleşen PYTHON gibi programlama dilleri bu paket yazılımlarının temelini oluşturur. Bu programlama dilleri genel amaçlı olup sayısal hesaplar yapmak üzere de programlanabilirler. Mathematica, Maple ve Matlab hem sembolik hem de sayısal işlem yapabildikleri için özellikle karmaşık hesaplama gerektiren alanlarda kullanıcılarına büyük kolaylık sağlamıştır. Bu çalışmadaki algoritmalar Mathematica’da verilmiştir. Mathematica fizik alanında doktora derecesine sahip olan Stephen Wolfram tarafından ilk sürümü 1991 yılında yayımlanmış olan bir paket programdır. Mathematica matematiksel hesaplamalar yapan genel bir sistem olarak düşünülebilir. Mathematica’da hem sembolik hem de cebirsel işlem de yapılabilir. Buna ek olarak Mathematica bir programlama dili olarak da kullanılabilir. “Verilen işlem süreleri ve tezgah sayısı temelinde en iyi iş çizelgesi” ve “En küçük maliyetli, en büyük yakınlık değerli yerleşim planı belirleme” programları Mathematica ile yazılabilir (Çınar ve Çalışkan, 1995). Üstün bir hesaplama ortamı sağlamakla birlikte veri işleme ve grafik özellikleri son derece gelişmiştir.

Mathematica iki ana bölümden oluşur: matematiksel hesapları yapan kernel bölümü ve kullanıcı ile bilgisayarın iletişimini sağlayan front end bölümü (Çalışkan ve Çınar, 1995). Mathematica sahip olduğu kütüphane bakımından çok üstündür. Birçok matematiksel fonksiyon kütüphanesinde kullanıcılar için hazır olarak yer almaktadır. Mathematica sembolik bir yazılım olduğundan veri girişi çok kolaydır. Dolayısıyla yoğun hesaplamalar gerektiren işlemler için veri girişinde ve işlenmesinde zaman kaybını ortadan kaldırır.

Python ve C++ genel amaçlı programlama dilleridir. Matlab ve Mathematica daha çok sayısal hesaplamalarda kullanılan programlardır. Matlab, sayısal hesaplamalar ve grafik işlemleri için ayrı paketler sunabilmektedir. Örneğin adi diferansiyel denklemleri çözmek için Matlab’ın ODE Solver paketi kullanılmalıdır. Grafik ve görselleştirme işlemleri de ayrı paketler halinde sunulmaktadır. Mathematica’da böyle bir durum yoktur. Sembolik ve fonksiyonel bir programlama ara yüzü de sunduğundan son derece kullanıcı dostudur.

Mathematica’nın sahip olduğu yaklaşık 5000 yerleşik komut hesaplama işlemlerini kolaylaştırmaktadır. Bu yerleşik komutlar grafiklerin oluşturulması ve hesaplamaların tamamlanması için gereken hazır fonksiyonlardır. Teknik ve detaylı hesaplama gerektiren sinir ağları, makine öğrenmesi, görüntü işleme, veri işleme ve görselleştirme özelliklerini sunan üstün bir programlama aracıdır (Wolfram, 2018). Mathematica her türlü sembolik, sayısal ve grafiksel işlemleri yapabilen bir üründür.

Dilimizde Mathematica ile ilgili Türkçe kaynak ne yazık ki sınırlıdır (Çınar ve Çalışkan, 1995; Cesur, 2015; Sınıksıran ve Aktütün, 2009). Bu çalışmanın amaçlarından biri de Türkçemizde eksikliği bulunan bu alana bir katkı sağlamaktır.

### 3. Matris Cebiri

Bu bölümde matrislerde toplama, çıkarma, çarpma, determinant ve ters bulma işlemleri ile ilgili algoritmalar verilecektir.

#### 3.1. Matrislerde Toplama

Tanım 2'den hatırlanacağı üzere matrislerin toplanması için boyutlarının aynı olması gerekmektedir. Şekil 1'de ilgili algoritma gösterilmektedir.

```

In[1]:= mattop[n1_, o_, p_] := Block[{top},
  k = Array[0 &, {n1, n1}];
  For[i = 1, i ≤ n1, i++,
    For[j = 1, j ≤ n1, j++,
      k[[i, j]] = o[[i, j]] + p[[i, j]]];
  top = k];
A = {{4, 1, 2, 1}, {1, 1, 1, 2}, {2, 1, 1, 1}, {1, 2, 1, 2}};
B = {{2, 1, 2, 1}, {1, 1, 1, 2}, {2, 1, 1, 1}, {1, 2, 1, 2}};
Print["A+B=", mattop[4, A, B] // MatrixForm]

```

$$A+B = \begin{pmatrix} 6 & 2 & 4 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 4 \\ 4 & 2 & 2 & 2 \\ 2 & 4 & 2 & 4 \end{pmatrix}$$

Şekil 1. Mathematica'da matris toplamını veren bir program

Bu programda  $A$  ve  $B$  matrislerinin boyutları 4 olarak alınmıştır. `mattop` adında matris boyutuna ve toplanacak matrislere göre bir fonksiyon tanımlanarak matris toplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyut sayısı ve  $A$  ve  $B$  matrisleri değiştirilerek program yeniden kullanılabilir.

#### 3.2. Matrislerde Çıkarma

Tanım 2'den hatırlanacağı üzere matrislerin çıkarılması için boyutlarının aynı olması gerekmektedir. Şekil 2'de ilgili algoritma gösterilmektedir.

```

In[1]:= matcikar[n1_, o_, p_] := Block[{fark},
  k = Array[0, {n1, n1}];
  For[i = 1, i ≤ n1, i++,
    For[j = 1, j ≤ n1, j++,
      k[[i, j]] = o[[i, j]] - p[[i, j]]];
  fark = k];
A = {{4, 1, 2, 1}, {1, 0, -3, 5}, {7, -8, 4, 6}, {1, -4, -5, 9}};
B = {{3, 1, 4, 6}, {2, 1, -6, 2}, {4, 0, 3, 1}, {3, 5, -2, 2}};
Print["A-B=", matcikar[4, A, B] // MatrixForm]

```

$$A-B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -2 & -5 \\ -1 & -1 & 3 & 3 \\ 3 & -8 & 1 & 5 \\ -2 & -9 & -3 & 7 \end{pmatrix}$$

Şekil 2. Mathematica'da matris çıkarılmasını veren bir program

Toplama işlemine benzer şekilde  $A$  ve  $B$  matrisleri ve boyutları girilerek çıkarma işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 3.3. Matrislerde Çarpma

Tanım 3'ten hatırlanacağı üzere matrislerle çarpma işleminin yapılabilmesi için birinci matrisin sütun sayısı ile ikinci matrisin satır sayıları birbirlerine eşit olmalıdır. Şekil 3'te Mathematica'da çarpma işlemi gösterilmiştir.

```

In[1]:= matcarp[v_, y_, o_, p_] := Block[{tot},
  cm = Array[0 &, {v, y}];
  ust = Dimensions[o][[2]];
  For[im = 1, im ≤ v, im++,
    For[jm = 1, jm ≤ y, jm++,
      cm[[im, jm]] = 0;
      For[km = 1, km ≤ ust, km++,
        cm[[im, jm]] = cm[[im, jm]] + o[[im, km]] * p[[km, jm]]];
  tot = cm];
A = {{1, 2, -3, 5}, {2, -4, 7, 6}, {2, 1, 4, 0}, {-3, -2, -1, 2}};
B = {{5, 2, 6, 1}, {4, 2, 1, -8}, {9, 7, 5, 6}, {-1, -2, -1, 6}};
Print["A.B=", matcarp[4, 4, A, B] // MatrixForm]

```

$$A.B = \begin{pmatrix} -19 & -25 & -12 & -3 \\ 51 & 33 & 37 & 112 \\ 50 & 34 & 33 & 18 \\ -34 & -21 & -27 & 19 \end{pmatrix}$$

Şekil 3. Mathematica'da çarpma işlemini veren bir program



Bu programda  $4 \times 4$  matrisler kullanılmıştır. Program matris boyutları değiştirilerek yeniden çalıştırılabilir.

### 3.4. Matrislerde Determinant

Tanım olarak bir kare matrisin determinanı şu şekilde gösterilir

$$|A| = \det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \ddots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & \cdots & a_{mn} \end{vmatrix} \quad (13)$$

ve önceden belirlenmiş baz aritmetik işlemlerle aynı matrisin elemanları üzerindeki operasyonlarla bulunur (Çağal, 1989). Determinantın özellikleri şu şekilde sıralanabilir (Aktaş ve ark., 1991):

i. Eğer matrisin herhangi bir satırının veya sütununun bütün elemanları sıfırsa, bu matrisin determinanı da sıfırdır.

ii. Bir matrisin determinanı ile tersinin determinanı birbirine eşittir.

iii. Bir matrisin iki satırı veya iki sütunu yer değiştirirse determinantlarının değeri aynı kalır fakat işareti değişir.

iv. Eğer bir matrisin bir satırının veya sütununun bütün elemanları bir  $k$  sayısı ile çarpılırsa bu matrisin determinanı da  $k$  ile çarpılmış olur.

v. Eğer bir matrisin iki satırının veya sütununun elemanları birbirine belli bir oran içerisinde eşitse, bu matrisin determinanı sıfır olur.

vi. Eğer bir matrisin herhangi bir satırının (sütununun) bütün elemanları bir  $k$  sayısı ile çarpılıp, bir diğer satırın (sütununun) elemanları ile toplanırsa matrisin determinanı değişmez.

vii. Verilen  $A$  ve  $B$  gibi iki matrisin çarpımının determinanı, matrislerin determinantlarının çarpımına eşittir:  $\det AB = \det A \det B$ .

viii. Bir üst üçgen veya alt üçgen matrisin determinanı köşegenindeki elemanları çarpımına eşittir:  $\det L = l_{11}l_{22} \cdots l_{nn}$ ,  $\det U = u_{11}u_{22} \cdots u_{nn}$

Üst üçgen ve alt üçgen matris şu şekilde tanımlanır. Eğer bir kare matrisin elemanları  $i > j$  için  $a_{ij} = 0$  oluyorsa bu matrise üst üçgen matris denir ve şu şekilde gösterilir:

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ 0 & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & u_{nn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Eğer bir kare matrisin elemanları  $i < j$  için  $a_{ij} = 0$  oluyorsa bu matrise alt üçgen matris denir ve şu şekilde gösterilir:

$$L = \begin{bmatrix} l_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ l_{21} & l_{22} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & l_{n2} & \cdots & l_{nn} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Bu çalışmada matrislerin determinantını bulmak için Gauss yok etme ve Chio yöntemi kullanılacaktır.

### 3.4.1. Gauss yok etme yöntemi ile matris determinanı

Bu yöntemde matrisin satırları ile yapılan işlemler ile matris üst üçgen matrise dönüştürülür ve sonra determinant hesaplanır. Üst üçgene dönüştürme işlemi boyutu  $3 \times 3$  olan bir matris için şu şekilde yapılabilir:

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ 0 & a'_{22} & a'_{23} \\ 0 & a'_{32} & a'_{33} \end{vmatrix} \begin{matrix} 2. \text{ satır} - \frac{a_{21}}{a_{11}} \times 1. \text{ satır} \\ 3. \text{ satır} - \frac{a_{31}}{a_{11}} \times 1. \text{ satır} \end{matrix} \quad (16)$$

Benzer şekilde işlemlere devam ettirilerek verilen matris üst üçgene dönüştürülür. Gauss yok etme yöntemi ile matris determinantını veren algoritma Şekil 4'te gösterilmektedir.

```

In[1]:= n = 4;
Array[A, {n, n}];
A = {{1, 4, 5, 2}, {-5, 0, 1, 9}, {2, 3, 5, -8}, {3, 1, 7, 6}};
Print["Verilen matris: A=", A // MatrixForm];
For[k = 1, k ≤ n - 1, k++,
  For[i = k + 1, i ≤ n, i++,
    p = A[[i, k]] / A[[k, k]];
    For[j = 1, j ≤ n, j++,
      A[[i, j]] = A[[i, j]] - p * A[[k, j]]];];
det = 1;
For[i = 1, i ≤ n, i++,
  det = det * A[[i, i]];
Print["Üst üçgen matris: A'=", A // MatrixForm];
Print["det(A)= ", det]

Verilen matris: A=

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 & 2 \\ -5 & 0 & 1 & 9 \\ 2 & 3 & 5 & -8 \\ 3 & 1 & 7 & 6 \end{pmatrix}$$


Üst üçgen matris: A'=

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 & 2 \\ 0 & 20 & 26 & 19 \\ 0 & 0 & \frac{3}{2} & -\frac{29}{4} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{409}{10} \end{pmatrix}$$


det(A) = 1227

```

Şekil 4. Gauss yok etme yöntemi ile determinant alma

### 3.4.2. Chio yöntemi ile matris determinanı

Bu yöntem determinanı alınacak matrisin boyutu en sonunda  $(2 \times 2)$  olacak şekilde kalana kadar bir takım işlemler yapmaktan ibarettir. Boyutu  $(n \times n)$  olan bir matris için şu şekilde yapılabilir (Aktaş ve ark., 1991):

$$|A| = \frac{1}{a_{11}^{n-2}} \begin{vmatrix} |a_{11} & a_{12}| & |a_{11} & a_{13}| & \dots & |a_{11} & a_{1n}| \\ |a_{21} & a_{22}| & |a_{21} & a_{23}| & \dots & |a_{21} & a_{2n}| \\ |a_{31} & a_{32}| & |a_{31} & a_{33}| & \dots & |a_{31} & a_{3n}| \\ \vdots & & \vdots & & \dots & \vdots & \\ |a_{n1} & a_{n2}| & |a_{n1} & a_{n3}| & \dots & |a_{n1} & a_{nn}| \end{vmatrix} \quad (17)$$

Yani boyut her seferinde yukarıda gösterildiği gibi azaltılır ve işlemin sonunda  $(2 \times 2)$ 'lik determinant elde edilinceye kadar devam ettirilir. Örnek olarak şu matris ele alınır

$$|A| = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 & 2 \end{vmatrix} = \frac{1}{4^{4-2}} \begin{vmatrix} 1 & 0 & -3 \\ 0 & -2 & 0 \\ 3 & 0 & 3 \end{vmatrix} = \frac{1}{4} \frac{1}{1^{3-2}} \begin{vmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -6 \end{vmatrix} = 3 \quad (18)$$

elde edilir. Şekil 5'te Gauss yok etme yönteminde kullanılan matrisin Chio yöntemiyle determinantının bulunması gösterilmiştir.

```

In[1]:= n = 4;
Array[A, {n, n}];
Array[B, {n, n}];
A = {{1, 4, 5, 2}, {-5, 0, 1, 9}, {2, 3, 5, -8}, {3, 1, 7, 6}};
B = A;
Print["Verilen Matris: ", A // MatrixForm];
determinant[a1_, a2_, a3_, a4_] := a1*a4 - a2*a3;
m = n;
s = 1;
kat = 1;
For[r = 1, r ≤ n - 2, r++,
  k = A[[1, 1]];
  carp =  $\frac{1}{k^{m-r-1}}$ ;
  kat = kat * carp;
  For[i = 1, i ≤ m - r, i++,
    For[j = 1, j ≤ m - r, j++,
      cijk = determinant[k, A[[1, j + 1]], A[[i + 1, 1]], A[[i + 1, j + 1]]];
      B[[i, j]] = cijk];
    A = B;

  If[r == n - 2, det = kat * determinant[A[[1, 1]], A[[1, 2]], A[[2, 1]], A[[2, 2]]];
  s = 0];
Print["Matrisin Determinantı= ", det]
Verilen Matris:  $\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 & 2 \\ -5 & 0 & 1 & 9 \\ 2 & 3 & 5 & -8 \\ 3 & 1 & 7 & 6 \end{pmatrix}$ 
Matrisin Determinantı= 1227

```

Şekil 5. Chio yöntemi ile determinant alma

### 3.5. Matrislerde Ters Bulma

#### 3.5.1. Gauss-Jordan yöntemi

Bu yöntemde amaç ardışık satır işlemleriyle  $(n \times n)$  boyutlu bir matrisin tersini bulmaktır. Gauss-Jordan yok etme yöntemi ile bir matrisin tersini bulmak için verilen matris birim matrisle genişletilmiş bir şekilde yazılır:

$$(A|I) = \left( \begin{array}{cccc|cccc} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1M} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2M} & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{M1} & a_{M2} & \cdots & a_{MM} & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \quad (19)$$

Bu gösterimde soldaki matris üzerinde satır işlemleri uygulanarak birim matris haline getirilmeye çalışılır. Birim matris haline getirildiğinde sağda oluşan matris  $A$  matrisinin tersi olur.

Detaylı işlemleri göstermeden bir örnek vermek gerekirse  $A$  matrisi şu şekilde verilsin (Tapramaz, 2002):

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & -3 & 4 \\ -2 & 4 & 3 & 5 \\ 9 & 6 & 0 & 2 \\ 2 & -3 & 4 & -5 \end{bmatrix}$$

Eklemeli matris biçiminde yazılırsa

$$\left( \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 2 & -3 & 4 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 4 & 3 & 5 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 9 & 6 & 0 & 2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 2 & -3 & 4 & -5 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \Rightarrow \left( \begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0.284192 & -0.014210 & 0.026643 & 0.223801 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -0.609236 & -0.019538 & 0.161634 & -0.442274 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0.087034 & 0.145648 & -0.0223091 & 0.206039 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0.548845 & 0.122558 & -0.104796 & 0.319716 \end{array} \right)$$

olarak bulunur ki sağdaki bu matris  $A$  matrisinin tersidir. Ok işareti ile gösterilen kısımda matris üzerinde satır işlemleri yapılmıştır. Şekil 6'da Gauss-Jordan yok etme yönteminin programı verilmiştir.

```

In[1]:= nx = 4;
ax = {{1, 2, -3, 4}, {-2, 4, 3, 5}, {9, 6, 0, 2}, {2, -3, 4, -5}};
gaujor[n_, c_] := Module[{gj},
  b = IdentityMatrix[n];
  a = Array[0 &, {n, n}];
  a = c;
  For[i = 1, i ≤ n, i++,
    p = a[[i, i]];
    For[j = 1, j ≤ n, j++,
      a[[i, j]] = a[[i, j]]/p;
      b[[i, j]] = b[[i, j]]/p;
      For[k = 1, k ≤ n, k++,
        If[k != i,
          p = a[[k, i]];
          For[j = 1, j ≤ n, j++,
            a[[k, j]] = a[[k, j]] - p*a[[i, j]];
            b[[k, j]] = b[[k, j]] - p*b[[i, j]]]]];
  gj = b];
matcarp[v_, y_, o_, p_] := Block[{tot},
  cm = Array[0 &, {v, y}];
  ust = Dimensions[o][[2]];
  For[im = 1, im ≤ v, im++,
    For[jm = 1, jm ≤ y, jm++,
      cm[[im, jm]] = 0;
      For[km = 1, km ≤ ust, km++,
        cm[[im, jm]] = cm[[im, jm]] + o[[im, km]]*p[[km, jm]]];
  tot = cm];
Print["A=", ax // MatrixForm, "; A-1=", N[gaujor[nx, ax]] // MatrixForm]
Print["A.A-1=", matcarp[4, 4, ax, gaujor[nx, ax]] // MatrixForm]

```

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 & 4 \\ -2 & 4 & 3 & 5 \\ 9 & 6 & 0 & 2 \\ 2 & -3 & 4 & -5 \end{pmatrix}; \quad A^{-1} = \begin{pmatrix} 0.284192 & -0.0142096 & 0.026643 & 0.223801 \\ -0.609236 & -0.0195382 & 0.161634 & -0.442274 \\ 0.0870337 & 0.145648 & -0.0230906 & 0.206039 \\ 0.548845 & 0.122558 & -0.104796 & 0.319716 \end{pmatrix}$$

$$A.A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Şekil 6. Gauss-Jordan yöntemi ile matris tersi alma

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmanın amacı bilimsel hesaplamalarda çok sık kullanılan Mathematica paket programının bazı sayısal çözümlerinde örnek kullanımının gösterilmesidir. Şüphesiz Mathematica gibi paket programlar matrislerin toplamını, çıkarmasını, çarpımı, determinantı ve tersinin bulunması sahip olduğu yerleşik işlemler sayesinde yapabilmektedir. Bu tip işlemler çözüm yöntemi hakkında bilgi sahibi olunmadan kullanılabilir ki paket programlar genellikle bu kesime hitap eder. Bu tip bir kullanım çözümler teorileriyle ilgilenen bilim insanlarını pek tatmin etmeyebilir (Tapramaz, 2002). Paket programlarda matematiğe çok fazla hakim olmadan gerekli işlemleri bilgisayara yaptırabilirsiniz.

Bu çalışmada son derece etkin bir program olan Mathematica'nın programlama yönüne dikkat çekilmiştir. Buradaki amacımız Mathematica'nın programlamaya uygun bir dil olduğunu göstermektir. Çalışmanın hem lisans öğrencilerine hem de öğretim üyelerine yararlı olacağına inanıyoruz. Şüphesiz bu çalışmada elde edilen sonuçlar Matlab, Python, Fortran gibi başka dillerde de elde edilebilir. Mathematica'nın bu dillere göre avantajı sahip olduğu fonksiyon kütüphanesi ve üstün grafik özellikleridir. Sayısal çözümler derslerinde Mathematica'nın kullanımı yararlı olacaktır.

## Kaynaklar

- Akın, Ö. (2007). Çeviri editörü. *Uygulamalı Lineer Cebir*. Palme Yayıncılık: Ankara.
- Aktaş, Z., Öncül, H., Ural, S. (1984). *Sayısal Çözümleme*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yayınları: Ankara.
- Cesur, Y. (2015) *Diferansiyel Denklemler ve Mathematica*, Kişisel Yayın
- Çağal, B. (1989). *Sayısal Analiz*. Seç Yayın Dağıtım: İstanbul.
- Çallıalp, F. ve Kuruoğlu, N. (1996). *Lineer Cebir*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları: Samsun.
- Çınar, M., Çalışkan, F. (1995). *Mathematica ile Programlama*. Beta Basım Yayım Dağıtım: İstanbul.
- Çınar, M. (2000) *Mathematica 3.0 ve 4.0 Sürümü*, Seçkin Yayıncılık:Ankara
- Çiftçi, S. (2015). *Lineer Cebir*. Dora Yayıncılık: Bursa.
- Hacısalihoğlu, H., (1999), Çeviri editörü. *Matris işlemleri- Schaum's*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Sabuncuoğlu, A., (2017). *Lineer Cebir-Mühendislik ve İstatistik Bölümleri İçin*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Sınıksıran, E. ve Aktütün, A. (2009) *Matematik ve İstatistik Uygulamalarıyla Mathematica*, Türkmen Kitapevi: İstanbul
- Tapramaz, R. (2002). *Sayısal Çözümleme*. Literatür Yayıncılık: İstanbul.
- Taşçı, D. (2006). *Lineer Cebir*. Gazi Kitabevi: Ankara.
- Yüce, S. (2015). *Lineer Cebir*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Wolfram Co., [www.wolfram.com](http://www.wolfram.com) (Erişim tarihi 28.05.2018)



## Papatyadan (*Matricaria chamomilla* L.) Lipaz Enziminin Saflaştırılması ve Çeşitli Taşıyıcılara İmmobilize Edilmesi

Bahar BİLGİN SÖKMEN<sup>1\*</sup>, Burçak SARI<sup>1</sup>, Tuğba AZAP<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 28100, Giresun, TÜRKİYE

\*Sorumlu Yazar: bahar.sokmen@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.02.2018

Kabul Tarihi: 14.03.2018

### Özet

Bu çalışmada, Giresun İli ve çevresinde bol miktarda yetişen papatyadan (*Matricaria chamomilla* L.) lipaz enzimi ilk defa saflaştırıldı ve kinetik özellikleri incelendi. Lipaz esteraz aktivitesi gösteren homojenizatın % 70'lik  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  kesiti elde edildi. Dializden sonra bu kesit DEAE-selüloz kolonlara uygulanarak lipaz enzimi 26 kat saflaştırıldı. Saflaştırma işlemlerinde protein miktarı Lowry ve  $E_{280}/E_{260}$  Warburg yöntemlerine göre, lipaz esteraz aktivitesi ise Erlanson yöntemine göre tayin edildi. SDS-PAGE elektroforezi ile elde edilen saflaştırılmış enzimin molekül ağırlığının 30 kDa olduğu bulundu. Optimum pH ve sıcaklık değerleri belirlendi. Papatyadan saflaştırılan lipazın optimum pH'sının 9, optimum sıcaklığının 50 °C olduğu bulundu. Enzimin çeşitli substratlara karşı ilgisi incelendiğinde, lipazın ilgisinin en çok p-nitrofenil palmitatta olduğu ve bu substrata karşı  $K_m$  ve  $V_{max}$  değerlerinin sırasıyla 0,2899 mM ve 144,93 Ünite olduğu saptandı. Ayrıca, papatyadan saflaştırılan lipaz enzimi çeşitli taşıyıcılar üzerine adsorpsiyon, kovalent ve iyonik bağlama yöntemleri ile immobilize edildi. Immobilize edilmiş papatyada lipazının optimum pH, optimum sıcaklık gibi kinetik özellikleri de incelendi.

**Anahtar Kelimeler:** Papatya (*Matricaria chamomilla* L.), Lipaz, Saflaştırma, İmmobilizasyon.

## Lipase Enzymes Purification from the Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and Its Immobilization on Various Supports

### Abstract

In this study, lipase enzyme was firstly purified from chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) which is abundant in Giresun (Turkey) and surroundings and the kinetic properties of the enzyme were investigated. 70 % of  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  fraction of lipase esterase activity homogenate was obtained. After dialysis, this fraction was applied to DEAE-cellulose column, and lipase was purified 26 times. In the purification process, the protein amount was determined by using Lowry and  $E_{280}/E_{260}$  Warburg methods while lipase esterase activity was assayed with Erlanson's method. It was found that the purified enzyme, which obtained with SDS-PAGE electrophoresis, had a molecular weight of 30 kDa. The optimum pH and temperature values were determined. It was found that the lipase purified from chamomile had an optimum pH value of 9 and an optimum temperature of 50 °C. When the affinity against different substrates of the enzyme was examined, the highest value was determined in p-nitrophenyl palmitate, with respectively  $K_m$  and  $V_{max}$  values being 0.2899 mM and 144.93 Units. Also, the lipase enzyme purified from chamomile was immobilized on various carriers by adsorption, covalent and ionic binding methods. The kinetic properties of the immobilized chamomile lipase such as optimum pH, optimum temperature were also studied.

**Keywords:** Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), Lipase, Purification, Characterization

## 1. Giriş

Lipazlar (triacilgliserol açilhidrolazlar, E.C. 3.1.1.3), yağ-su ara yüzeyinde triacilgliserollerin hidrolizini katalizleyerek di- ve monoacilgliserollere ve gliserole dönüştürme (Veeraragavan ve ark.1990, Mogensen ve ark., 2005); susuz ortamda ise ester bağlarını sentezleme özelliğine sahip enzimlerdir (Kim ve ark., 1996). Hidroliz, çeşitli esterleşme reaksiyonları, lipid sentezleri (Hong ve ark., 1988), biyotransformasyon, organik sentezler gibi çeşitli reaksiyonları katalizleyen ve yağ kimyası, deterjan, gıda, deri, kağıt, kozmetik, farmasötik, mandıracılık gibi biyoteknoloji ve endüstri alanlarında çok fazla kullanılan lipaz enzimi, memelilerin pankreas ve bağırsaklarından, mantarlardan (Fuciños ve ark., 2005, Sağıroğlu ve ark., 1993) mikroorganizmalardan, hayvansal ve bitkisel kaynaklardan farklı metodlarla saflaştırılmıştır (Taipa ve ark., 1992, Fuciños ve ark. 2005).

Hidrolitik lipazların başlıca ticari kullanım alanı deterjanlardır. Toplam lipaz kullanımının %32'si deterjan endüstrisinde gerçekleşmektedir (Rúa ve ark., 1993). Lipaz kullanım alanlarına süt ürünleri, unlu mamüller, içecekler, yiyecek sosları, et ve balık ürünleri, yağlar, kimyasallar ve temizlik ürünlerinde ilave edilmelidir (Mohamed ve ark., 2000). Lipazlar, hidrolitik enzimler arasında en geniş kullanım alanına sahip enzimlerdir. Lipazlar kullandıkları substratların çeşitliliği ve ekstrem koşullarda (sıcaklık, pH, organik çözücüler gibi ortamlarda) kararlı yapılarını koruyabilme sebeplerinden dolayı önemli biyokatalizörler arasında bulunurlar (Sharma ve ark., 2001).

Papatya, *Asteraceae* (*Compositae*) familyasından olup, bu familya bitkilerinin çoğu otsu, az bir kısmı çalı veya ağaçtır (Baytop, 1996). *Asteracea* ailesinin halk hekimliğinde kullanılan birçok türü mevcuttur. Bu çalışmada kullanılan papatya (*Matricaria chamomilla*) ülkemizde mayıs papatyası olarak bilinmektedir. Mayıs papatyası çiçeklerinin sahip olduğu uçucu yağın en önemli maddesi kamazulendir ki bu madde yaygın olarak eczacılıkta, yiyecek, parfüm ve tatlandırıcı (çeşni) sanayinde kullanılmaktadır (Hadi ve ark., 2011).

Bu çalışmada, Giresun'da yetişen papatya bitkisinden (*Matricaria chamomilla* L.) lipaz enzimi ilk defa saflaştırılmış, çeşitli taşıyıcılara immobilize edilmiş ve kinetik özellikleri incelendi.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Kullanılan Kimyasallar

Dipotasyum hidrojen fosfat, potasyum dihidrojen fosfat, disodyum hidrojen fosfat, petrol eteri (40-60 °C), amonyum sülfat, Tris, sığır serum albümini, Folin C ayırıcı, dipotasyum tartarat, sodyum karbonat, sodyum hidroksit, sodyum asetat, metanol, asetik asit, gliserin, deniz kumu, glutaraldehit, 3-aminopropiltrioksi silan, Coomassie Brilliant Blue R-250, NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, toluen, aseton, HCl Merck (Darmstadt, Germany); bakır sülfat, dializ kesesi {D-9527 genişliği 43 mm (1,7<sup>u</sup>), çapı 27 mm (1,1<sup>u</sup>)}, dietil amino etil (DEAE)-selüloz, dimetilsülfoksit (DMSO), p-nitrofenil asetat (p-NFA), p-nitrofenil butirat (p-NFB), p-nitrofenil palmitat (p-NFP), p-nitrofenil kaproat (p-NFK), p-nitrofenil laurat (p-NFL) ve p-nitrofenil miristat (p-NFM), sodyum dodesil sülfat (SDS), glisin, N,N,N',N'-tetrametil etilen diamin (TEMED), amonyum persülfat, akrilamid, bisakrilamid, cam boncuk (çapı 212-300 $\mu$ ), alümina, Amberlite IRA-900 Sigma-Aldrich (Germany); p-nitrofenil asetat (p-NPA), Silikajel 60, alumina Fluka firmasından sağlandı.

#### 2.1.2. Kullanılan Cihazlar

Hazırlanan ekstrelerin ve DEAE-selüloz kolon kromatografisi çıkışında elde edilen fraksiyonların saklanması için Arçelik marka Nofrost ve dondurucusu kullanıldı. Absorbans ölçümleri, Shimadzu UV Mini-1240 model UV-VIS Spektrofotometrede okundu. Blender King, pH metre Butech, hassas terazi Sartorius, manyetik karıştırıcı Chiltern Hotplate HS 31, vorteks Velp Scientifica, su banyosu Memmert, sonik su banyosu Selectra, soğutuculu santrifüj Sigma 3K 30, Molekül ağırlığı tayini Bio-Rad Marka elektroforez cihazıyla yapıldı.

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Saflaştırma İşlemleri

Papatya (*Matricaria chamomilla*) bitkisi bir blender yardımıyla parçalanıp yağının uzaklaştırılması amacıyla petrol eteri (40-60 °C) ile sokslet ekstraksiyonu yapıldı. Yağı uzaklaştırılmış papatya, ham ekstre hazırlamak üzere 1:7 (w/v) oranında 60 mM fosfat tamponu (pH=7,0) ile +4 °C'de manyetik karıştırıcı ile 1 saat karıştırıldıktan sonra, bir gece bekletildi. Ertesi

gün homojenizat iki kat bezden süzüldü. 0 °C'de 18000 rpm'de, 30 dakika santrifüj edildi. Üstteki berrak kısım alındı. Bu işlemlerin sonucunda papatya ham ekstresi elde edildi. Ham ekstrede lipaz esteraz aktivitesi ve protein miktar tayinleri yapıldı. Papatya ham ekstresinin uygun amonyum sülfat konsantrasyonunu saptamak üzere % 10-90 arasında çöktürme yapıldı. Amonyum sülfatı uzaklaştırmak amacıyla +4 °C'de, 100 mM fosfat tamponu (pH=7,0) ile dializ işlemi yapıldı ve DEAE-selüloz kolonuna uygulandı. Kolondan 0,5 mM fosfat tamponunda çözülmüş 10-500 mM NaCl gradienti uygulandı. Fraksiyonların spektrofotometrede 280 nm'de absorbansları okunarak elüsyon grafiği çizildi. Ayrıca, elüsyonlardaki lipaz aktivitesi tayin edilerek aktivite değerleri de aynı grafikte gösterildi. Çözelti uygun hacimlere bölünerek, daha sonra kinetik özellikleri incelemede kullanılmak üzere derin dondurucuda saklandı.

### **2.2.2. Protein Miktar Tayini**

Papatya bitkisinden lipazın saflaştırılması sırasında, ham ekstre ve % 70'lik amonyum sülfat fraksiyonunun elde edilmesi evrelerinde, protein miktarı Lowry yöntemine göre tayin edildi (Lowry ve ark., 1951). DEAE-selüloz kolon kromatografisi ile elde edilen fraksiyonlardaki protein miktar tayinlerinde ise  $E_{280}/E_{260}$  Warburg yöntemi kullanıldı (Warburg ve Christian, 1941).

### **2.2.3. Lipaz Esteraz Aktivite Tayini**

Lipaz esteraz aktivitesi, Erlanson'a göre substrat olarak p-NFA kullanılarak spektrofotometrik yöntemle tayin edildi (Erlanson, 1970). Bir deney tüpüne substrat ve enzim çözeltilerinden 0,5'er ml konarak, 0,5 ml 500 mM Tris-HCl tamponu ilave (pH=7,4) edildi. Karışım oda sıcaklığında 5 dakika inkube edildi ve 400 nm'de absorbansı okundu. Bu absorpsiyon değerinin p-nitrofenol regresyon denkleminde uygulanmasıyla enzim tarafından, oda sıcaklığında, 1 dakikada açığa çıkarılan p-nitrofenol miktarı  $\mu\text{mol/dakika}$  olarak belirlendi. Bir ünite enzim aktivitesi; 1 dakikada açığa çıkan p-nitrofenol'ün miktarıdır ( $\mu\text{mol/dakika}$ ).

### **2.2.4. Sodyum Dodesil Sülfat-Poliakrilamid Jel Elektroforezi (SDS-PAGE)**

Papatya bitkisi lipazının DEAE-selüloz kolon kromatografisi ile saflaştırılmasından sonra iki farklı akrilamid konsantrasyonunda; yığılma jeli % 3, ayırma jeli % 10 konsantrasyonlarında olacak şekilde kesikli SDS-PAGE jel elektroforezi, Laemmli tarafından belirtilen yöntemle yapılarak enzimin saflık derecesi kontrol edildi (Laemmli, 1970).

### 2.2.5. Esteraz Aktivitesi Üzerine pH ve Sıcaklığın Etkisi

Papatya bitkisinden elde edilen lipazın optimum pH'sını belirlemek amacıyla enzimin pH = 4-12 aralığında gösterdiği esteraz aktivitesi ölçüldü. pH = 4-5 aralığında asetat tamponu, pH = 6-8 aralığında fosfat tamponu, pH = 9-10 aralığında glisin-NaOH tamponu, pH = 11-12 aralığında ise Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>-NaOH tamponu kullanıldı. Tüm denemeler oda sıcaklığında ve 3 kez gerçekleştirildi.

Enzim çözeltisi 10-70 °C arasında, sıcaklık her defasında 10 °C artırılarak, su banyosunda 30 dakika süre ile tutuldu. Oda sıcaklığına getirilen çözeltilerde lipaz aktivitesi tayinleri yapıldı. Denemeler 4 kez tekrarlanarak ortalamaları alındı ve % aktivite değerleri hesaplandı.

### 2.2.6. Papatya Lipazının $K_m$ ve $V_{max}$ Değerleri

Papatya bitkisinden saflaştırılan lipaz enziminin sadece p-nitrofenil asetata ilgisinin fazla olduğu saptandığından bu enzimin p-nitrofenil asetat için  $K_m$  ve  $V_{max}$  değerleri tayin edildi. Bu amaçla p-NFA, p-NFB, p-NFP, p-NFK, p-NFL ve p-NFM'in 0,25 mM, 0,5 mM, 2,0 mM, 4,0 mM, 6,0 mM ve 8,0 mM'lık izopropil alkoldeki çözeltileri hazırlandı. Enzim aktivitesi Vonderwulbecke ve arkadaşları (1992) ile Winkler ve Stuckman (1979)'ın yöntemleri değiştirilerek tayin edildi (Vorderwulbwecke ve ark., 1992; Winkler and Stuckmann, 1979). Deneyler 3 kez tekrarlandı. En küçük kareler yöntemine göre Lineweaver–Burk doğru denkleminde ve grafikten p-nitrofenil asetat için  $K_m$  ve  $V_{max}$  değerleri hesaplandı.

### 2.2.7. Papatya Lipazının İmmobilizasyonu

Papatya lipazı, kovalent, iyonik ve adsorpsiyon yöntemleri ile çeşitli taşıyıcılara immobilize edildi. Reaktif olmayan taşıyıcılar öncelikle çeşitli reaksiyon ve yıkama işlemleri ile aktifleştirildi. Silikajel, deniz kumu ve gözenekli cam, kovalent bağlama; Alümina ve gözenekli olmayan cam boncuk adsorpsiyon; Amberlite IRA-900 ise iyonik bağlama yöntemleri ile enzime immobilize edildi (Yağar, 2000). Kurutulmuş olarak elde edilen immobilize enzimler aseton ile iyice yıkanarak tutuklanmayan veya zayıf tutuklanan enzimler uzaklaştırıldı. Vakumlu desikatörde kurutulduktan sonra derin dondurucuda saklandı. Yıkama sularında protein tayinleri yapıldı ve enzimin çeşitli taşıyıcılardaki % tutuklanmaları hesaplandı.

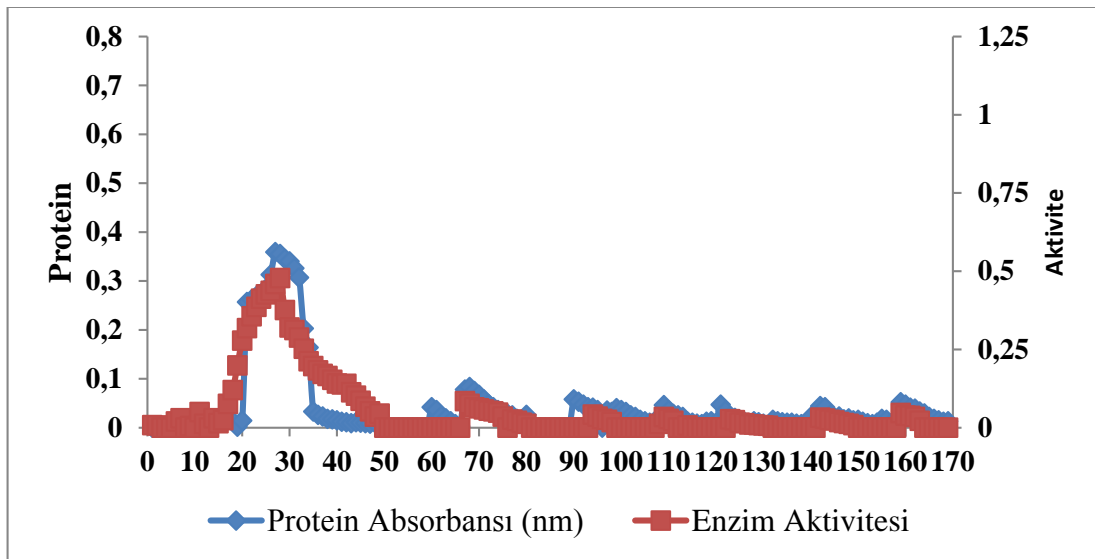
### 2.2.8. İmmobilize Lipazın Esteraz Aktivitesi Üzerine pH ve Sıcaklığın Etkisi

İmmobilize lipazın optimum pH'sı serbest enzimdeki tamponlar kullanılarak oda sıcaklığında gerçekleştirildi. İmmobilize enzim 10-70 °C arasında, sıcaklık her defasında 10 °C arttırılarak, su banyosunda 30 dakika süre ile tutuldu. Denemeler 10 kez tekrarlanarak ortalamaları alındı ve hem pH hem de sıcaklık için % aktivite değerleri hesaplandı.

## 3. Bulgular

### 3.1. Kromatografi ve Saflaştırma Tablosu

Papatya lipazını çöktüren uygun amonyum sülfat konsantrasyonunun % 70 olduğu belirlendi. 100 mM fosfat eluatının DEAE-selüloz kolonuna uygulanması sonucunda lipazın 1 mM NaCl/0,5 M fosfat tamponu ile tek pik şeklinde olduğu gözlemlendi (Şekil 1). Papatya bitkisinden lipazın saflaştırılma evreleri ve bu evrelere ait sonuçlar Tablo 1'de gösterildi. Papatya bitkisinden lipaz enzimi DEAE- selüloz kolon kromatografisi sonucu 26 kat saflaştırıldı (Tablo 1).



Şekil 1. Papatya Ham Ekstresinin % 70 Amonyum Sülfat Fraksiyonunun DEAE-Selüloz Kolon Kromatografisi Elüsyon Grafiği

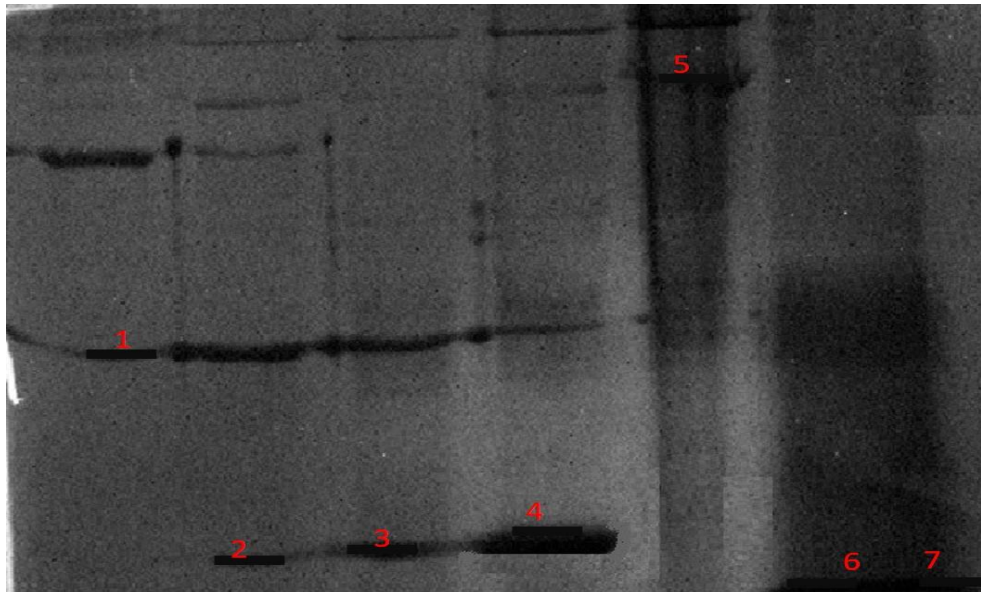
Kolon Boyutu: 1.4x10 cm, Kolona uygulanan protein: 200 mg/ml, Elüsyon tamponları: pH'sı 7,0 olan 0,5 mM sodyum fosfatta çözülmüş 10 mM, 20 mM, 30 mM, 50 mM, 100 mM, 200 mM, 300 mM, 500 mM NaCl.

**Tablo 1.** Papatyadan Lipazın Elde Edilme Evrelerinin Esteraz Aktivitesine Göre İncelenmesi

İşlem Evreleri	Total Protein (mg)	Total Aktivite (U)	Spesifik Aktivite (U/mg)	Saflaştırma Oranı
Ham Ekstre	2910,8	278578,114	95,71	1
% 70 Amonyum Sülfat Kesiti	1361,7	173471,91	127,39	1,33
Dializat	2124	500704,2	235,74	2,46
DEAE-Selüloz Kolon Kromatografisi	198,4	493718,4	2488,5	26

### 3.2. SDS-PAGE Elektroforezi

Saflaştırılan lipaz enziminin SDS-PAGE uygulanarak tek protein bandı içerdiği saptandı. Molekül ağırlığı tayininde kullanılan standart proteinler ile çizilen eğriden lipazın molekül ağırlığının 30 kDa olduğu saptandı. (Şekil 2).

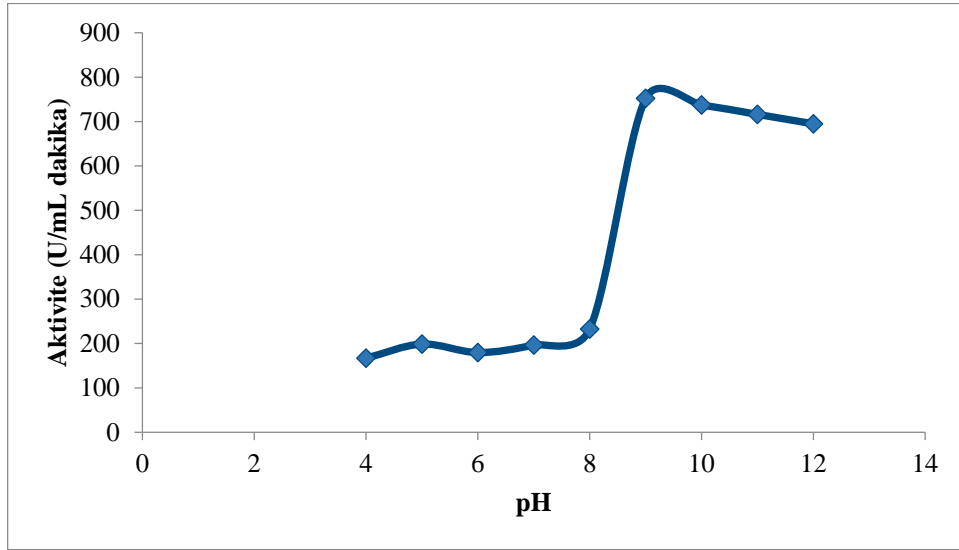


**Şekil 2.** SDS-PAGE Jel Elektroforezi

Bovine serum albumin (Mr = 14,2 kDa), 2.Karbonik anhidraz (Mr = 29 kDa), 3. Serum albumin (Mr = 45 kDa ), 4. Alfa lakta albumin (Mr=132 kDa ), 5. Üreaz (Mr= 272 kDa), 6. Ham ekstre (Mr = 20,5 kDa), 7. DEAE-selüloz enzim çözeltisi ( Mr =30 kDa)

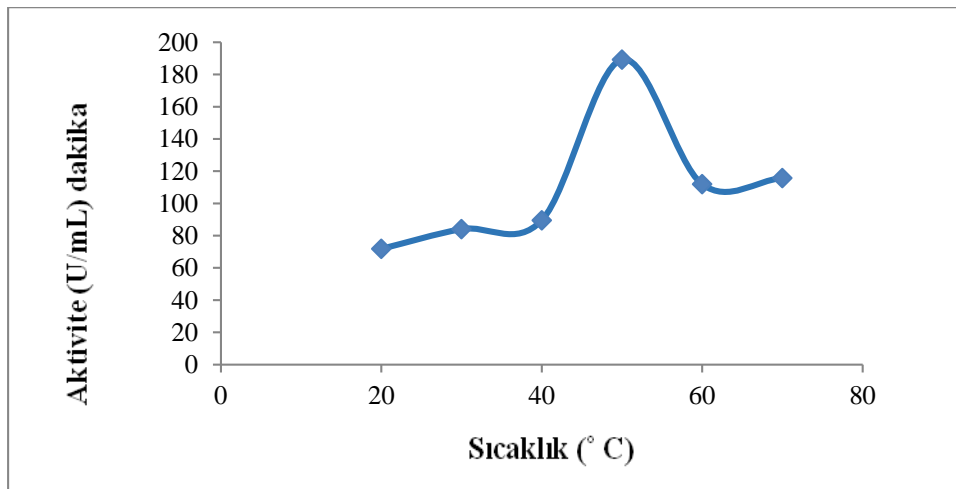
### 3.3. Lipaz Esteraz Aktivitesine pH ve Sıcaklığın Etkisi

Farklı pH'larda (pH = 4-12) lipaz aktivitesinin 400 nm'de, 100 mM p-nitrofenil asetat substratı kullanılarak Erlanson yöntemine göre incelenmesi sonucunda papatya bitkisi lipazının en yüksek aktiviteyi pH = 9-12 aralığında gösterdiği görüldü (Şekil 3).



Şekil 3. Lipaz Esteraz Aktivitesi Üzerine pH'nın Etkisi

Sıcaklığın lipaz aktivitesi üzerine etkisi 10-70 °C arasında p-NFA substratı kullanılarak incelendiğinde, en yüksek aktivitenin 50 °C'de olduğu bulundu. Sıcaklığın daha da artmasıyla aktivitenin azaldığı saptandı (Şekil 5).

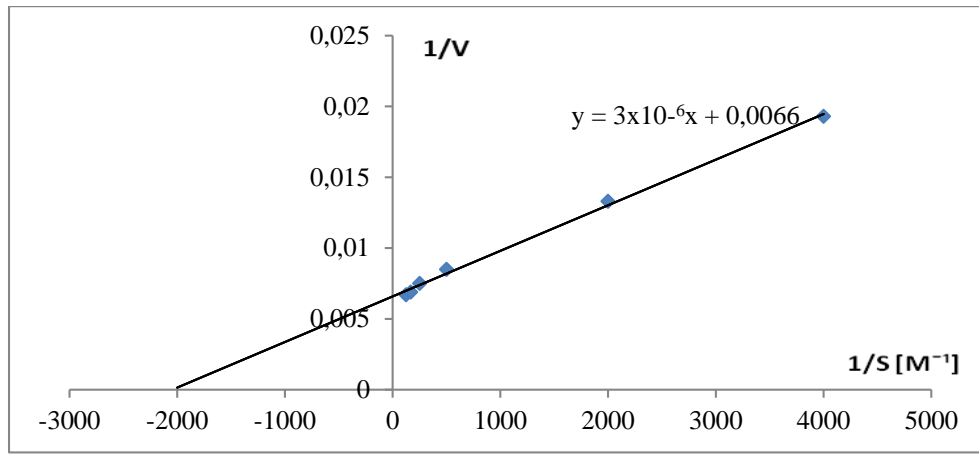


Şekil 4. Lipaz Esteraz Aktivitesi Üzerine Sıcaklığın Etkisi

### 3.4. Lipazın Farklı Substratlara Göre $K_m$ ve $V_{max}$ Değerleri

Lipaz enziminin  $K_m$  ve  $V_{max}$  değerleri Lineweaver-Burk denkleminden yararlanılarak hesaplandı (Tablo 2). Lipazın substrat olarak en fazla ilgisinin p-NFA'ta olduğu görüldü (Şekil 5).





Şekil 5. p-Nitrofenil Asetat Konsantrasyonunun Lipaz Esteraz Aktivitesine Etkisi

Tablo 2. Papatya Lipazının Farklı Substratları İçin  $K_m$  ve  $V_{max}$  Değerleri

Substrat	$K_m$	$K_m$ (mM)	$V_{max}$ (U)
p-NPA	0,000454	0,4545	151,52
p-NPB	0,000416	0,4167	138,89
p-NPK	0,000389	0,3896	129,87
p-NPL	0,000422	0,4225	140,85
p-NPM	0,000410	0,4109	136,99
p-NPP	0,000289	0,2899	144,93

### 3.5. Lipazın Çeşitli Taşıyıcılardaki % Tutuklanmaları

Çeşitli taşıyıcılara farklı immobilizasyon yöntemleri ile immobilize edilen lipazın bu taşıyıcılardaki % tutuklanmaları Tablo 3'te verildi. Lipaz enziminin 98,12 oranında kovalent bağlama yöntemine göre, silikajele immobilize edildiği görüldü. Adsorpsiyon metoduna göre yapılan immobilizasyon yönteminde, lipaz enziminin en düşük oranda Aluminaya adsorplandığı bulundu.

Tablo 3. Çeşitli Taşıyıcılara İmmobilize Edilmiş Lipaz Enziminin % Tutuklanmaları

Taşıyıcı	İmmobilizasyon Şekli	% Tutuklanma
Alumina	Adsorpsiyon	16,71
Deniz kumu	Kovalent	98,44
Cam Boncuk	Kovalent	23,80
Silika jel	Kovalent	32,81
Cam boncuk	Adsorpsiyon	13,70
Amberlite IRA-900	İyonik	11,50

### 3.6. İmmobilizasyonun Lipaz Esteraz Aktivitesinin pH ve Sıcaklık Değerlerine Etkisi

Serbest ve immobilize papatya lipazlarının optimum pH değerleri Tablo 4’te verildi. Buna göre immobilize lipazların optimum pH değerlerinin yaklaşık 10 civarında olduğu görüldü. Bu çalışmada papatya lipazının da optimum pH değerinin değeri 9 olarak bulunmuştu (Şekil 3).

İmmobilize lipazların optimum sıcaklığının 40 °C olduğu bulundu. Saflaştırılan lipaz enziminin ise optimum sıcaklık değerinin 50 °C olduğu bulunmuştu.

**Tablo 4.** İmmobilize ve Serbest Enzimin Optimum pH ve Sıcaklık Değerleri

	İmmobilizasyon Türü	Optimum pH	Optimum Sıcaklık (°C)
Serbest Enzim	-----	9	50
Cam boncuk-enzim	Kovalent	10	40
Cam boncuk-enzim	Adsorpsiyon	10	40
Silikajel	Kovalent	10	40
Deniz kumu	Kovalent	10	40
Alumina	Adsorpsiyon	10	40
Amberlite IRA-900	İyonik	10	40

Lipazlar, süt ve yağ endüstrisi, deterjan ve gıda endüstrisi, saf kimyasalların ve ilaçların sentezi, kağıt ve kozmetik endüstrisi, eczacılık ve tekstil gibi çeşitli endüstriyel alanlarda kullanım alanlarına sahip olup; fungus, alg, bitki, hayvan ve mikroorganizmalardan saflaştırılmış ve bazı kinetik özellikleri incelenmiştir. Lipazın papatya bitkisinden saflaştırılması ile ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, papatya lipazı ilk kez saflaştırılmış, bazı kinetik özellikleri ve çeşitli taşıyıcılara immobilizasyonu incelenmiştir.

Enzimlerin çeşitli bitki, hayvan ve mikroorganizmalardan saflaştırılmasında, farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlere ve kaynaklarına göre çalışmalarda saflaştırma oranları da değişmektedir. Yapılan çalışmalarda lipaz, kayısı tohumundan 21,03 kat (Bilgin Sökmen, 2005), pirinç kepeğinden 7,6 kat (Bhardwaj ve ark., 2001), süttten izole edilen *Serratia marcescens*’ten 20,88 kat (Abdou, 2003), *Pseudomonas sp.*’den 37 kat (Dong ve ark.,1999) ve kestaneden 186,87 kat (İlgün, 2016) saflaştırılmıştır. Çalışmamızda papatya lipazı 26 kat saflaştırılmıştır. Bu değer, diğer bitkilerle ilgili çalışmalarla uygunluk göstermektedir.

SDS-PAGE ile papatya lipazının molekül ağırlığının 30 kDa olduğu bulundu. Bitki lipazları ile ilgili yapılan çalışmalarda, lipazların molekül ağırlıklarının nispeten küçük olduğu, örneğin; *Jatropha curcas* L. tohum lipazının molekül ağırlığının 21,6 (Staubman ve ark., 2001), pirinç kepeğinin 9,4 kDa (Prabhu ve ark., 1999), palm meyvasının 32 kDa (Hiol ve ark., 2000), kayısı tohumunun 32,2 kDa molekül ağırlığında oldukları bulunmuştur.

Bitkisel kaynaklı yağlı tohumların lipaz aktivitesine etki eden pH değerleri üzerine yapılan çalışmalarda, ayçiçek tohum lipazının optimum pH'sı 8-9 (Beisson ve ark., 1997), pirinç kepeği lipazının optimum pH'sı 7-7,5 (Prabhu ve ark., 1999), *Umbellularia californica* tohumundan saflaştırılan lipazın optimum pH'sı 8.5 olarak (Haas ve ark., 2001), kayısı tohumundan saflaştırılan lipazın optimum pH'sı 10 (Bilgin Sökmen, 2005), kestaneden saflaştırılan lipazın optimum pH'sı ise 9 olarak belirtilmiştir. Saflaştırılan papatya lipazının optimum pH'sı ise 9 olarak belirlenmiştir.

Bitkisel kaynaklı yağlı tohumlar üzerine yapılan çalışmalarda lipaz aktivitesinin sıcaklık etkisi değerlendirildiğinde optimum sıcaklığın 30-60 °C arasında olduğu görülmektedir (Hiol ve ark., 2000; Haas ve ark., 2001). Kayısı tohumundan saflaştırılan lipazın 30 °C (Bilgin Sökmen, 2005), kestaneden saflaştırılan lipazın 30 °C (İlgün, 2016), palm yağı (*Elaeis guineensis*)'ndan saflaştırılan lipazın optimum sıcaklığının 30 °C (Abigor ve ark., 1985), acı baklardan saflaştırılan lipazın ise 25 °C olduğu verilmiştir (Sanz ve Olais, 1990). Papatya lipazının optimum sıcaklık değeri ise 50 °C olarak tayin edilmiştir.

İmmobilizasyon tekniği ile enzimlerin kararlılığı arttırılmakta ve bu özellikleri nedeniyle enzimler çeşitli endüstri alanlarında uzun süre kullanılabilir. Bu çalışmada iyonik, kovalent ve adsorpsiyon yöntemi ile papatya lipazı farklı taşıyıcılar üzerine immobilize edilmiş ve özellikleri incelenmiştir. Papatya lipazı, en yüksek oranda (% 98,44) kovalent bağlama yöntemi ile deniz kumuna tutuklanmış; bunu kovalent bağlı olarak tutuklanan silikajel izlemiştir (% 32,81). Tutuklanma en düşük oranda iyonik bağlama yöntemi ile Amberlite IRA-900 üzerine gerçekleşmiştir. Enzimin aktif merkezi etkilenerek üç boyutlu yapısında değişiklik meydana geldiği için substrata olan ilgi azalmıştır. Bu nedenle aktivitenin azaldığı düşünülmektedir.

İmmobilize papatya lipazları için yapılan pH çalışmalarında immobilize lipazların optimum pH'ları, 10; serbest enziminki ise 9 olarak belirlendi. İmmobilizasyonla enzimin daha bazik bölgeye kaydığı görülmektedir. İmmobilizasyon sonucu lipazın optimum sıcaklığı pratik olarak fazla değişmemiştir. Lipazın alginata immobilize edilmesiyle de immobilize lipazlarda aynı sonuçlar bulunmuştur (Kılınç,1990).

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Elde edilen sonuçlardan, ülkemizde yetişen papatya bitkisinden lipaz enziminin saflaştırılıp farklı taşıyıcı maddeler ve farklı immobilizasyon işlemleriyle çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılabileceği kanısına varıldı.

## Tesekkür

Bu çalışma, Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FEN-BAP-A-140316-65 nolu proje ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Abdou, M. A. (2003). Purification and partial characterization of psychrotrophiz *Serratia marcescens* lipase. *Journal of Dairy Science*, 86, 127-132.
- Abigor, D. R., Opute, F. I., Opoku, A. R., Osagie, A. U.(1985). Partial purification and some properties of the lipase present in oil palm (*Elaeis guineensis*) mesocarp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36, 599-606.
- Baytop A., 1996, Farmasötik Botanik Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi. Üniversite Yayın No:3637, Eczacılık Fakültesi Yayın No:58, 315s.
- Beisson, F., Gardies, A. M., Teissere, M., Ferte, N., Noat, G. (1997). An esterase neosynthesized in post-germinated sunflower seeds is related to a new family of lipolytic enzymes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 35, 761-765.
- Bhardwaj, K., Raju, A., Rajasekharan, R. (2001). Identification, purification, and characterization of a thermally stable lipase from rice bran. A new member of the (phospho) lipase family. *Plant Physiology*, 127, 1728-1738.
- Bilgin Sökmen, B. (2005). *Kayıt (Armeniaca vulgaris Lam.) tohumlarından lipazın saflaştırılması ve çeşitli taşıyıcılara immobilize edilmesi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dong, H., Gao, S., Han, S., Cao, S. (1999). Purification and characterization of a *Pseudomonas* sp. lipase and its properties in non-aqueous media. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 30, 251-256.
- Erlanson, C. (1970). p-Nitrophenyl acetate as a substrate for a carboxyl-ester hydrolase in pancreatic juice and intestinal content. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 5, 333-336.
- Fuciños, P., Abadin, C. M., Sanromán, A., Longo, M. A., Pastrana, L., Rúa, M. L. (2005). Identification of extracellular lipases/esterases produced by *Thermus thermophilus* HB27: Partial purification and preliminary biochemical characterization. *Journal of Biotechnology*, 117, 233-241.
- Hadi, M. R. H. S., Darz, M. T., Ghandehari, Z., Riazi, G. (2011). Effects of vermicompost and amino acids on the flower yield and essential oil production from *Matricaria chamomile* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(23), 5611-5617.
- Haas, M. J., Cichowicz, D. J., Dierov, J. K. (2001). Lipolytic activity of Californica-laurel (*Umbellularia Californica*) seeds. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 78, 1067-1071.
- Hiol, A., Jonzo, M. D., Rugani, N., Druet, D., Sarda, L., Comeau, L. C. (2000). Purification and characterization of an extracellular lipase from a thermophilic *Rhizopus oryzae* strain isolated from palm fruit. *Enzyme and Microbial Technology*, 26, 421-430.
- Hong, M. C., Chang, M. C. (1988). Purification and characterization of an alkaline lipase from a newly isolated *Acinetobacter radioresistens* CMC-1. *Biotechnology Letters*, 20, pp. 1027-1029.
- İlgün, R. (2016). *Kestane tohumundan (Castanea sativa) lipaz enziminin saflaştırılması ve kinetik özelliklerinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Kılınç, A. (1990). *Alginatta immobilize edilmiş lipazın bazı özelliklerinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, 227: 680-685.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., Randall, R. J. (1951). Protein measurement with folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193: 265-275.
- Mohamed, M. A., Mohamed, T. M., Mohamed, S. A., Fahmy, A. S. (2000). Distribution of lipases in the gramineae: Partial purification and characterization of esterase from *Avena fatua*, *Bioresource Technology*, 73, 227-234.
- Prabhu, V. A., Tambe, S. P., Gandhi, N. N., Sawant, S. B., Joshi, J. B. (1999). Rice bran lipase: Extraction, activity and stability. *Biotechnology Progress*, 15, 1083-1089.

- Rúa, M. L., Díaz-Mauriño, T., Fernández, V. M., Otero, C., Ballesteros, A. (1993). Purification and characterization of two distinct lipases from *Candida cylindracea*. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1156, 181-189.
- Sağiroğlu, A., Telefoncu, A. (1993). Synthesis of stereospecific esters and resolution of rasemic alcohols with immobilized lipases. *Indian Journal of Chemistry*, 32B, 227-233.
- Sanz, L. C., Olais, J. M. (1990). Characterization of lupin seed lipase. *Food Chemistry*, 37, 221-228.
- Sharma, R., Chisti, Y., Banerjee, U. C. (2001). Research review paper: Production, purification, characterization, and applications of lipases. *Biotechnology Advances*, 19, 627-662.
- Staubmann, R., Ncube, I., Gubitz, G. M., Steiner, W., Read, J. S. (1999). Esterase and lipase activity in *Jatropha curcas* L. Seeds. *Journal of Biotechnology*, 75, 117-126.
- Taipa, M. A., Aires-Barros, M. R., Cabral, J. M. S. (1992). Purification of lipases. *Journal of Biotechnology*, 26, 301-311.
- Veeraragavan, K. (1990). A simple and sensitive method for the estimation of microbial lipase activity. *Analytical Biochemistry*, 186, 301-305.
- Vorderwulbwcke, T., Kieslich, K., Erdmann, H. (1992). Comparison of lipases by different assays. *Enzyme and Microbial Technology*, 14, 631-639.
- Warburg, O., Christian, W. (1941). Isolierung und kristallinsation des garungsferments enolase. *Biochemische Zeitschrift*, 310, 384-421.
- Winkler, U. K., Stuckmann, M. (1979). Glycogen, hyaluronate, and some other polysaccharides greatly enhance the formation of exolipase by *Serratia marcescens*. *Journal of Bacteriology*, 138, 663-670.
- Yağar, H. (2000). *Ayva polifenol oksidazının çeşitli taşıyıcılara immobilizasyonu ve karakterizasyonları*, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

## Meyve Kabuklarının Antimikrobiyal Özellikleri ile Yenilebilir Film Üretiminde Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi

Berna KILINÇ<sup>1\*</sup>, Hüsniye Tansel YALÇIN<sup>2</sup>, Gökür SÜRENGİL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova-İzmir

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 35100, Bornova-İzmir

\*Sorumlu Yazar: berna.kilinc@ege.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.03.2018

Kabul Tarihi: 18.06.2018

### Özet

Meyve-sebze kabukları sağlığa çeşitli olumlu etkileri bulunan polifenol, karotenoid gibi biyoaktif bileşenler açısından zengindir. Kabukların, meyve-sebzelerin diğer fraksiyonlarından daha fazla biyolojik aktiviteye sahip olmasından dolayı bunların değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Çalışmada meyve kabuk artıklarının gıdalarda antimikrobiyal madde olarak veya yenilebilir film solüsyonu üretiminde kullanılması hedeflenmiştir. Bu amaçla limon, portakal, kırmızı elma, yeşil elma kabuk artıklarından elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi ve en yüksek aktivite gösteren meyve kabuğu ekstraktlarından yenilebilir filmlerin hazırlanması hedeflenmiştir. En yüksek aktivite gösteren portakal ve limon kabuklarından elde edilen doğal antimikrobiyal ekstrakt ile karagenan, ksantan ve keçiyoynuzu içeren yenilebilir filmler oluşturularak, bu filmlerin insan ve gıda patojeni olduğu bilinen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkileri Disk Difüzyon Yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre meyve kabuğu ekstraktlarının hepsinin antimikrobiyal etki sergilediği fakat en yüksek aktivitenin limon ve portakal kabuğu ekstraktlarında olduğu gözlemlenmiştir. Limon ve portakal kabuklarının ekstraktlarından hazırlanan yenilebilir filmlerin oluşturdukları zon çapları değerlendirildiğinde filmlerden ksantan limon, karagenan portakal, karagenan limon ve keçiyoynuzu limonun daha fazla antimikrobiyal etkili olduğu bulunmuştur. Limon ekstraktlarından hazırlanan filmler, portakal ekstraktlarından hazırlanan filmlere göre daha fazla antimikrobiyal etki göstermiştir. Sonuç olarak meyve kabuklarından elde edilen madde antimikrobiyal olarak kullanılabilmesi gibi meyve kabuklarından elde edilen antimikrobiyal özellikteki yenilebilir filmler gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılacak bir alternatif olabileceklerdir.

**Anahtar kelimeler:** Meyve kabukları, antimikrobiyal aktivite, antimikrobiyal madde, yenilebilir film

## Determination of the Efficiencies of Fruit Peels as Antimicrobial Agent and Edible Film for Foods

### Abstract

Fruits and vegetable peels, which contain bioactive compounds including carotenoids and polyphenols, have positive effects on human health. Additionally, the biological activity in the peels is higher than that in other parts of vegetables and fruits, which makes their assessment of great importance. The current study aimed to produce antimicrobial films as coating materials from fruit crust residues. First, the extracts of peel residues obtained from lemon, orange, red apple, green apple were evaluated for their antimicrobial activity. Later, the peels whose extracts demonstrated the highest antimicrobial activity were used to prepare edible films. All extracts obtained from the fruit peels demonstrated antibiotic activity yet those of lemon and orange were the highest. Therefore, edible films, containing carrageenan, xanthan and carob, were produced from lemon and orange peels. Moreover, higher antimicrobial effect was recorded when orange was used to prepare karagenan film and lemon was used to prepare the xanthan, karagenan and carob edible films. Such results indicate that films prepared from lemon extracts showed more antimicrobial activity than films prepared from orange extracts. As a result these findings; antimicrobial agents which are produced from fruit peels, can be an alternative for using directly as antimicrobial agent and extending the shelf-life of food products.

**Keywords:** fruit peels, antimicrobial activity, antimicrobial agent, edible film

## 1. Giriş

Bitkisel gıdalarda bazı doğal inhibitörler bulunmaktadır. Bazı baharat ve otlarda antimikrobiyal etkiye sahip etken maddeler mevcuttur. Karanfil, tarçın ve adaçayı eugenol, sarımsak ve soğandaki allisin, tarçındaki sinamik aldehit, hardaldaki isotiyosiyonat, adaçayı, kekik ve yabani kekik deki timol ve isotimol, anasondaki anetol, vanilyadaki vanillin bunlara örnek gösterilebilir (Ünlütürk ve Turantaş, 2003). Bitkiler içeriğinde yer alan maddeler nedeniyle antimikrobiyal özelliğe sahiptir. Bitkilerin içeriğinde yer alan aldehitler, organik asitler ve fenolik bileşikler mikroorganizmaların gelişimine karşı antimikrobiyal özellik göstermektedir (Şahin 2006). Bazı bitkiler antimikrobiyal etkiye sahip uçucu yağlar içerirler. Portakal ve limon kabuğu gibi turunçgil yan ürünleri fenolik bileşik gruplarından biri olan doğal bir flavonoid kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Turunçgil meyvesinin yaklaşık yarısını oluşturan narenciye kabuklarının meyvede en yüksek derişimde flavonoid içeren kısım olduğu belirtilmektedir (Benelli ve ark., 2010). Turunçgil kabuklarının özellikle naringin, hesperidin, narirutin ve neohesperidin olmak üzere karakteristik flavanone glikozitler açısından zengin olduğu bildirilmektedir (Khan ve ark., 2014). Gorinstein ve ark. tarafından yürütülen bir çalışmada limon, portakal ve greylort kabuklarındaki toplam fenolik içeriğin soyulmuş meyvelerden oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Gorinstein ve ark., 2001). Bu atıklar doğal antioksidanların ve antimikrobiyallerin ucuz ve güvenilir kaynağı olan fenolik bileşenlerin elde edilmesi için oldukça önemlidir.

Literatürler incelendiğinde bitkilerden, meyve ve meyve kabuklarından elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi üzerine yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Wan ve ark. (1998), fesleğen esansiyel yağlarının mikroorganizmaların gelişimi üzerine olan etkisini incelemiştir. Altuğ ve Karapınar (1998)'de defne, kekik, nane yaprak ekstraktlarının gıda zehirlenmelerine yol açan bakteriler üzerine etkisi incelenmiştir. Rasooli ve ark. (2006), *Listeria monocytogenes*'de kekik esansiyel yağının antimikrobiyel etkisini araştırmışlar ve elde edilen esansiyel yağın güçlü antimikrobiyel etkisi olduğu belirlenmiştir. Campo ve ark. (2000) yılında yaptıkları çalışmada kullanılan biberiye ekstratının bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisini, Sağdıç ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada ise baharat ve bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Schelz ve ark. (2006) yılında portakal, rezene, sardunya, nane, biberiye, okaliptüs, ardıç yağının patojen bakteriler üzerine etkileri araştırılmıştır. Cerit (2008) yılında yaptığı çalışmada baharatların antimikrobiyal etkisinin genel olarak içerdikleri uçucu yağlardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Dahham ve ark. (2010), nar kabuğu, nar çekirdeği, nar suyu ve tüm meyvenin antibakteriyel ve antifungal etkisine bakmışlardır. En yüksek aktiviteyi nar kabuğu ekstraktlarının gösterdiğini bildirmişlerdir. Kongruang (2011) yılında yaptığı çalışmada karanfil ve zencefil ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi konusunda çalışmıştır.

Ekici ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada kekik ve melisa uçucu yağlarının antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi konusunda yaptıkları çalışmada kekik yağının antimikrobiyal etkisinin melisa yağına göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Mathur ve ark. (2011) yılında bazı portakal kabuğu ve posasının antimikrobiyal ve antioksidant etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, portakal kabuğu ve posasının sulu ekstraktının önemli bir antimikrobiyal etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Arora ve Kaur (2013) yaptıkları bir çalışmada portakal kabuklarından hazırladıkları aseton, hekzan, metanol ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini incelemişlerdir.

Yukarıda literatür özeti verilen bitkilerden, meyve ve meyve kabuklarından elde edilen ekstraktların antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi üzerine çok sayıda çalışma olmasına rağmen, meyve kabuklarından yenilebilir filmlerin üretilerek antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu amaçla çalışmada değerlendirilmeden atılan meyve kabukları (portakal, limon, yeşil elma ve kırmızı elma) değerlendirilerek antimikrobiyal özellikte madde ve en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip meyve kabuklarından yenilebilir film oluşturulması amaçlanmıştır. Böylece meyve kabuk artıklarının değerlendirilmesinin sağlanması yanısıra meyve kabuklarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenerek antimikrobiyal madde olarak kullanımı ve antimikrobiyal özellikte yenilebilir filmlerin üretimi hedeflenmiştir.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Meyve (Limon, Portakal, Kırmızı Elma ve Yeşil Elma) Kabuklarının Ekstraktlarının Hazırlanması**

Çalışmada materyallerin temini, meyve kabuklarının kurutularak ekstraksiyonu, meyve kabuk ekstraktlarının antimikrobiyal analizleri ve film solüsyonu üretimi çalışmaları yapılmıştır. Limon, portakal, kırmızı ve yeşil elma kabukları İzmir ili semt pazarlarından temin edilerek oda sıcaklığında güneş ışığı almayacak şekilde doğal olarak kurutulmuştur. Kurutulan meyve kabukları elektrikli değirmende toz haline getirilmiştir. Ayrı ayrı toz haline getirilen meyve kabukları etanol ilave edilip mekanik karıştırıcıda 24 saat ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Elde edilen karışım filtre edildikten sonra, rotary evaporatörde uçurma işlemi uygulanarak (Baytop, 1999)' a göre yapılmıştır. Hazırlanan ekstraktlar buzdolabında muhafaza edilmiştir.



## 2.2. Kullanılan Test Organizmaları

Antimikrobiyal aktivite testinde kullanılan mikroorganizmaların isimleri: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella thyphimurium* CCM 5445, *Bacillus cereus* ATCC 7064, *Enterococcus fecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 ve *Candida albicans* ATCC 10239. Liyofilize edilmiş mikroorganizmalar Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalından temin edilmiştir.

## 2.3. Meyve Kabuklarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi

Limon, portakal, yeşil ve kırmızı elma meyve kabuklarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi disk difüzyon yöntemi ve broth dilüsyon metodu kullanılarak yapılmıştır (CLSI, 2009).

### 2.3.1. Disk Difüzyon Yöntemi

Test mikroorganizmaları deneme öncesi Mueller-Hinton Agar (MHA) (Oxoid) içerisinde 18-24 saat aktifleştirilmiştir. 0.5 McFarland bulanıklık standardına göre hazırlanan test organizmaları steril swablar yardımıyla daha önceden petrilere dökülmüş besiyerlerinin üzerine inoküle edilmiştir. Ardından aktivitesi incelenecek meyve kabuklarının ekstraktları disklerle 30µl olacak şekilde emdirilmiş ve kontrol antibiyotiği ile birlikte petrilere yerleştirilmiştir. İnkübasyon öncesi 2 saat 4°C’de bekletilen petrilere daha sonra 37°C’ye alınarak 24 saat inkübasyon sonrası disklerin çevresinde oluşan zonlar mm cinsinden ölçülmüştür. Pozitif kontrol olarak bakteriler için Ceftazidime (Oxoid, 30µg/disk) ve funguslar için Nystatin kullanılmıştır (Oxoid, 30µg/disk). (CLSI, 2009). Tüm test mikroorganizmalarına karşı yapılan antimikrobiyal aktivite deneyleri üç kez tekrarlı gerçekleştirilmiştir.

### 2.3.2. Broth Dilüsyon Metodu

Meyve kabuklarının minimum inhibitor konsantrasyonları (MİK), “Clinical and Laboratory Standards Institute” tarafından tanımlanan mikrodilüsyon yöntemine göre yapılmıştır (CLSI, 2009). Test organizmalarının 24 saatlik kültürlerinden % 0.85 NaCl çözeltisi içinde 0.5 Mc Farland’a (yaklaşık 108 kob/ml) karşılık gelecek şekilde süspansiyonlar hazırlanmıştır. Öncelikle 96 kuyucuklu standart bir mikroplaktaki her bir kuyucuğa çift kuvvet olarak hazırlanmış MHB

aktarılmıştır. Son hacmi 80 µl olacak şekilde test maddemizin seri dilüsyonları (0.9 mg/ml-500 mg/ml) hazırlanmıştır. Dilüsyonlar hazırlandıktan sonra her bir kuyucuğa mikroorganizma kültürlerinden 20'şer µl pipetlenmiştir. 37°C'de 20-24 saat inkübasyondan sonra "MİK" değerleri tayin edilmiştir. Ayrıca standart antibiyotik olan Ampicillin (Sigma) bakteriler için, standart antifungal madde olan flucytosine de (Sigma) *C. albicans* için pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Pozitif kontroller Ampicillin ve Flucytosine 0.9-250 µg/ml konsantrasyonda kullanılmıştır. Yapılan antimikrobiyal denemeler üç tekrarlı olacak şekilde yürütülmüştür.

#### **2.4. Meyve Kabuklarından Yenilebilir Film Solüsyonlarının Üretimi**

En yüksek antimikrobiyal etki gösteren portakal ve limon kabuklarından yenilebilir film üretimi gerçekleştirilmiştir. Yenilebilir film hazırlanmasında Sothornvit ve ark, (2011) tarafından kullanılan yöntem temel alınmıştır. Film solüsyonu hazırlanırken, keçiyoynuzu gamı, ksantan gam ve karagenan gamdan her biri % 1 (w/v) oranında distile su içinde 90°C'de 30 dakika boyunca ısıtmalı manyetik karıştırıcıyla homojenize edilmiştir. Karışıma plastikleştirici olarak %3 oranında gliserol ve MİK sonucu elde edilen konsantrasyonlarda %3,2 (g/100ml) doğal antimikrobiyal meyve kabuğu ekstraktları ilave edilmiştir. Ardından çözelti oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır.

#### **2.5. Yenilebilir Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi**

Limon ve portakal meyve kabuklarının ekstrelerinden hazırlanan filmlerin antimikrobiyal aktivite tayini Kuyucuk Agar Difüzyon yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Collins ve Lyne, 1987; Perez ve ark., 1990). 0.5 McFarland bulanıklık standardına göre hazırlanan test organizmaları steril swaplar yardımıyla daha önceden petrilere dökülmüş Mueller-Hinton Agar (MHA) (Oxoid) besiyerlerinin üzerine inoküle edilmiştir. Petrilere yayma işleminden sonra 6 mm çapında çukurlar açılmıştır. Aseptik koşullar altında açılan bu çukurlara hazırlanan yenilebilir film solüsyonlarından 50 µl ilave edilmiştir. 37°C'de 24 saat inkübasyondan sonra çukurların etrafında oluşan zon çapları milimetrik olarak ölçülerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Denemeler üç tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### **3. Bulgular ve Tartışma**

Meyve kabuklarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi disk diffüzyon yöntemi ve broth dilüsyon metodu kullanılarak yapılmıştır. Limon, portakal, yeşil elma ve kırmızı elma

ekstraktlarının çalışmada kullandığımız test mikroorganizmalarına karşı oluşturdukları Disk Diffüzyon sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Disk difüzyon sonuçlarına göre; bütün meyve kabuklarının antimikrobiyal etkili olduğu, limon ve portakal kabukları ekstraktlarının yeşil ve kırmızı elmaya göre daha fazla etkili olduğu bulunmuştur. Limonun portakala göre *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella thyphimurium* CCM 5445, *Candida albicans* ATCC 10239’a karşı daha yüksek antimikrobiyal etkisi olduğu saptanmıştır. Portakal ve limon kabuklarının test edilen diğer mikroorganizmalara karşı aynı antimikrobiyal etki gösterdiği gözlenmiştir. Akgül ve Kıvanç (1989)’da kimyon, defne, nane ve rezene uçucu yağlarının *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ve *Proteus vulgaris*’in gelişimi üzerine inhibe edici etkisi olduğu bildirilmiştir. Altuğ ve Karapınar (1998)’de % 0,5 konsantrasyonda defne yaprağı ekstraktının *S. aureus* gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir. Mejholm ve Dalgaard (2002)’de bakterinin inhibisyonunda en etkili antimikrobiyal etkinin mercanköşkü ve tarçından elde edilen esansiyel yağının olduğu bunları sırasıyla limon otu, kekik, karanfil, defne, keklkotu, adaçayı ve fesleğen yağının takip ettiği bildirilmiştir. Schelz ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada portakal yağının daha çok antifungal etki gösterdiği, nane yağının ise *E. coli* üzerinde en fazla antimikrobiyal etki gösterdiği belirtilmiştir. Campo ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada kullanılan biberiye ekstraktının *Escherichia coli*, *Erwinia carotovora* ve *Salmonella enteritidis* türü bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisi olmadığı fakat *Bacillus cereus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus mutans*’ı tamamen elimine ettiği saptanmıştır. Yukarıdaki çalışmalarda bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkilerinin bakteri türlerine göre farklılık gösterdiği yönünde elde edilen bulgular, yaptığımız çalışmada limon ve portakal kabuklarından elde edilen ekstraktların kırmızı ve yeşil elma kabuklarından elde edilen ekstraktlara göre mikroorganizmalar üzerinde daha fazla antimikrobiyal etki gösterdiği yönünde elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir.

**Tablo 1.** Meyve kabuk ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi (Disk difüzyon testi)

Mikroorganizmalar	İnhibisyon zonu (mm)*					
	Limon	Portakal	Yeşil Elma	Kırmızı Elma	CF	NYS
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	16±0.3	16±0.1	12±0.6	10±0.3	20±0.8	-
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228	20±0.5	20±0.8	12±0.3	10±0.2	20±0.6	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	20±1.1	20±0.4	10±0.1	8±0.1	17±0.5	-
<i>B. cereus</i> ATCC 7064	16±0.8	16±0.3	10±0.1	10±0.2	15±0.3	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	15±0.2	11±0.1	11±0.3	9±0.4	14±0.2	-
<i>S. thyphimurium</i> CCM 5445	15±0.5	11±0.3	10±0.0	8±0.3	14±0.4	-
<i>C.albicans</i> ATCC 10239	15±0.6	10±0.2	9±0.1	8±0.5	-	18±0.1

CF: Cefotazidime ( 30 µg/disk); NYS: Nystatine (30 µg/disk). \* Disk çapı (6 mm), Ortalama±standart hata.

Limon, portakal, yeşil elma ve kırmızı elma ekstraktlarının minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Meyve kabuğu ekstraktlarının MİK değerleri 3.9-250 mg/ml arasında bulunmuştur. MİK sonuçlarına göre en iyi mikrobiyal aktivite portakal ve limon kabuğu ekstraktlarında bulunduğu için yenilenebilir filmler portakal ve limon kabuğu ekstraktlarından hazırlanmıştır. Limon ve portakal kabuğu ekstraktlarının etkili olduğu en yüksek konsantrasyonu (31,2 mg/ml) limon için *S. aureus*, portakal için *E. coli* bakterilerinde görülmüştür. Bu iki bakterinin üremesinin engellemesi için yüksek konsantrasyonların gerekli olduğu tespit edilmiştir. Fakat limon ve portakal ekstraktlarının düşük konsantrasyonda (3,9 mg/ml) *S. epidermis* bakterisine karşı en etkili olduğu görülmüştür. Ekstraktların her bakteri için farklı engelleyici etkisinin olması, bakteriye göre ve ekstrakt içeriğindeki bileşenlere göre antimikrobiyalite etkisinin değişebileceğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Elde ettiğimiz limon ve portakal ekstraktlarının MİK analizleri sonucunda 31,2 mg/ml ortak ve maksimum antimikrobiyal aktivite değeri olarak 31,2 mg/ml seçilmiş, yenilenebilir film çözeltisinde yaklaşık değer olarak %3,2 (g/100 ml) ekstraktlar kullanılmıştır. Bununla birlikte her iki ekstrakt içinde *C. albicans* için bulgularan en yüksek değer olan 62,5 mg/ml ihmal edilerek bakterilere karşı maksimum antibakteriyal aktivite değeri belirlenmiştir. Pandey ve ark. (2011) yapmış oldukları bir çalışmada, limon kabuklarından

hazırladıkları etanol, metanol, etil asetat ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerini belirlemede agar difüzyon yöntemini kullanmışlardır. En yüksek aktiviteyi *P. aeruginosa*'ya karşı metanol ekstraktının gösterdiğini belirtmişlerdir. Mathur ve ark. (2011) bazı portakal kabuğu ve posasının antimikrobiyal ve antioksidant etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, portakal kabuğu ve posasının sulu ekstraktının önemli bir antimikrobiyal etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Khan ve Hane (2011) nar kabuklarından metanol, etanol ve su ekstraktı hazırlamışlar ve bunların antibakteriyal etkisini *E.coli*, *P.aeruginosa* ve *S.aureus*'a karşı etkisini disk difüzyon yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. En yüksek antibakteriyal aktiviteyi etanol ekstraktında *S. aureus*'a karşı 24.5 mm, *E. coli*'ye karşı 23.3 mm ve *P. aeruginosa*'ya karşı 22.3mm olarak bulmuşlardır. Arora ve Kaur (2013) yaptıkları bir çalışmada portakal kabuklarından hazırladıkları aseton, hekzan, metanol ve su ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesine bakmışlardır. En yüksek aktiviteyi metanol ekstraktında *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı bulmuşlardır. Nuamsetti ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada nar meyve kabukları ve çekirdekleri ile birlikte arillerin farklı ekstraktlarına agar difüzyon ve broth dilüsyon yöntemlerini kullanarak gıda ile ilişkili olan 4 bakterinin (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, ve *Salmonella typhimurium*) antibakteriyal etkisine bakmışlardır. Bütün ekstraktların test edilen tüm bakterilere karşı antibakteriyel aktivite gösterdiğini bulmuşlardır. Çalışmamızda test mikroorganizmalarına karşı portakal ve limon kabuklarının MİK değerleri 3.9 mg/ml ile 62.5mg/ml arasında bulunmuştur. En yüksek antibakteriyal etki ise 3.9 MİK değeri ile *S. epidermidis*'e karşı saptanmıştır. Roy ve Lingampeta (2014) tarafından 5 meyve kabuğu atığından (nar, papaya, ananas, hint ayvası ve jackfruit tropikal meyve) 4 farklı çözücü (kloroform, petrol eteri, aseton ve benzen) kullanarak hazırladıkları ekstraktların gram pozitif ve gram negatif patojenik bakterilere karşı antibakteriyal potansiyelini disk difüzyon yöntemi, MIC ve MBC değerleri ile belirlemişlerdir. Test edilen solventler arasında en iyi antibakteriyal aktiviteyi aseton ekstraktında sırasıyla nar kabuğu, jackfruit kabuğu ve hint ayvasında gözlemlemişlerdir. En yüksek antibakteriyal aktivite gösteren nar kabuğu aseton ekstraktında *E. coli*, *Proteus vulgaris*, *S. typhimurium*, *Streptococcus pyrogenes*, *S. aureus* ve *E. faecalis*' e karşı MIC değerini 0.875mg/ml MBC değerini ise 1.75mg/ml olarak bulmuşlardır. Liu ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada çin greyfurdu kabuklarından elde edilen ekstraktın minimum inhibe edici konsantrasyonu (MİK) değerinin test edilen bakteri olan *Vibrio anguillarum*'a karşı etkisinin 0.5- 4.5 mg REs/ml aralığında olduğu bildirilmiştir. Yukarıdaki çalışmalarda meyve kabuklarından elde edilen ekstraktların antimikrobiyal etki gösterdikleri yönündeki bulgular, çalışmamızdaki portakal, limon, kırmızı ve yeşil elma meyve kabuk ekstraktlarının *S. aureus* ATCC 25923, *S. epidermidis* ATCC 12228, *E. faecalis* ATCC 29212, *B. cereus* ATCC 7064, *E. coli* ATCC 25922, *S. typhimurium* CCM 5445, *C.albicans* ATCC 10239 üzerine antimikrobiyal etki gösterdiği yönündeki bulgularla paralellik göstermektedir.

**Tablo 2.** Limon, portakal, kırmızı ve yeşil elma kabuk artıklarından elde edilen ekstraktların minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) değerleri

Mikroorganizmalar	MİK değerleri (mg/ml)					
	Limon (mg/ml)	Portakal (mg/ml)	Yeşil Elma (mg/ml)	Kırmızı Elma (mg/ml)	AMP (µg/ml)	FC (µg/ml)
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	31.2±0.8	15.6±0.5	62.5±0.6	250±1.1	3.9±0.1	-
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228	3.9±0.25	3.9±0.3	31.2±0.3	250±0.8	1.9±0.2	-
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	15.6±0.3	15.6±0.2	62.5±0.55	250±0.5	7.8±0.12	-
<i>B. cereus</i> ATCC 7064	15.6±0.12	15.6±0.1	62.5±0.3	125±0.33	7.8±0.15	-
<i>E. coli</i> ATCC 25922	15.6±0.55	31.2±0.35	62.5±0.4	250±0.55	1.9±0.3	-
<i>S. thyphimurium</i> CCM 5445	7.8±0.4	7.8±0.25	31.2±0.1	62.5±0.4	3.9±0.25	-
<i>C.albicans</i> ATCC 10239	62.5±0.33	62.5±0.1	250±0.5	500±0.6	-	7.8±0.33

AMP: Ampicillin, FC: Flucytosine, Ortalama±standart hata.

Yukarıda belirtilen çalışmalarda sadece çeşitli meyve kabuklarının farklı mikroorganizma türlerine yönelik antimikrobiyal etkileri belirlenmesine rağmen, yapılan çalışmada farklı meyve kabuklarının (portakal, limon, kırmızı elma ve yeşil elma) antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi yanısıra meyve kabuklarının yenilebilir film üretiminde kullanabilme potansiyeli yönünde uygunluğu da araştırılmıştır. Çalışmada antimikrobiyal etkinliği en fazla olduğu belirlenen meyve kabuklarından (portakal ve limon) yenilebilir film solüsyonlarının üretimi gerçekleştirilmiştir. Yenilebilir filmlerin test mikroorganizmalarına karşı oluşturdukları antimikrobiyal aktivite sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Limon ve portakal kabuklarının ekstrelerinden hazırlanan film sonuçlarına göre oluşturdukları zon çaplarına bakıldığında filmlerden ksantan limon, karagenan portakal, karagenan limon ve keçiyoynuzu limonun daha fazla antimikrobiyal etkili olduğu bulunmuştur. Limon ekstrelerinden hazırlanan filmler, portakal ekstrelerinden hazırlanan filmlere göre daha fazla antimikrobiyal etki göstermiştir. Ksantan limon, karagenan limon ve keçiyoynuzu limonun, *E. coli* ATCC 25922 (23, 24 ve 24mm), *S. aureus* ATCC 25923 (32, 35 ve 30mm), *E. faecalis* ATCC 29212 (28, 27 ve 26mm), *B. cereus* ATCC 7064 (23, 23 ve 22mm), *S. epidermidis*

ATCC 12228 (30, 30 ve 27mm), *S. thyphimurium* CCM 5445 (15, 15 ve 16mm) ve *C. albicans* ATCC 10239 (16,18 ve 15mm)'a karşı daha fazla etkili olduğu bulunmuştur. Portakal ekstresinden hazırlanan filmlerden de en fazla antimikrobiyal etki karagenan portakalda gözlenmiştir. Karagenan portakal test edilen mikroorganizmalardan sadece *C. albicans* ATCC 10239'a karşı etki göstermemiş, test edilen diğer mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki göstermiştir. Ksantan portakal test edilen mikroorganizmalardan sadece *B. cereus* ATCC 7064 ve *S. thyphimurium* CCM 5445'e karşı; keçiyoynuzu portakal ise *S. aureus* ATCC 2592, *B. cereus* ATCC 7064 ve *S. thyphimurium* CCM 5445'e karşı antimikrobiyal etki göstermiştir. Bu çalışmalar sonucunda antimikrobiyal yenilebilir filmlerin antimikrobiyal aktivitelerinin farklı olması, kullanılan antimikrobiyal maddelerin içeriğine, miktarına, filmdeki diğer bileşimlerle etkileşimine ve mikroorganizma türüne bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

**Tablo 3.** Filmlerin antimikrobiyal aktivitesi (Kuyucuk agar difüzyon)

Mikroorganizmalar	İnhibisyon zonu (mm)*					
	KSP	KSL	KRP	KRL	KÇP	KÇL
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	-	32±0.4	19±0.3	35±0.8	12±0.5	30±0.2
<i>S. epidermidis</i> ATCC 12228	-	30±0.25	20±0.5	30±0.6	-	27±0.3
<i>E. faecalis</i> ATCC 29212	-	28±0.3	12±0.1	27±0.5	-	26±0.2
<i>B. cereus</i> ATCC 7064	11±0.25	23±0.5	22±0.3	23±0.4	12±0.3	22±0.5
<i>E. coli</i> ATCC 25922	-	23±0.8	17±0.2	24±0.2	-	24±0.4
<i>S. thyphimurium</i> CCM 5445	20±0.33	15±0.4	12±0.3	15±0.1	12±0.5	16±0.6
<i>C. albicans</i> ATCC 10239	-	16±0.2	-	18±0.5	-	15±0.2

KSP, Ksantan Portakal, KSL. Ksantan Limon, KRP. Karagenan Portakal, KRL. Karagenan Limon, KÇP. Keçiyoynuzu Portakal, KÇL. Keçiyoynuzu Limon, Ortalama±standart hata.

Torlak ve Nizamlioğlu (2009) yılında yaptıkları çalışmada kekik ve karanfil uçucu yağlarının yenilebilir film solüsyonuna % 0,5 ve %1 oranlarında ilave edildiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmada %1 oranında kekik uçucu yağı içeren filmlerin, *L. monocytogenes*'in inhibisyonunda aynı orandaki karanfil uçucu yağı içeren filmlere nazaran daha güçlü antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada tarçın ve kekik esansiyel yağı ilave edilerek hazırlanan kitosan yenilebilir filmlerin gıdaların yüzeyinde gelişebilen küflerin gelişimini önleyerek kalitelerini geliştirebileceği bildirilmiştir (Avila-Sosa ve ark., 2012). Kitosan, jelatin ve bitki ekstraktı içeren yenilebilir filmlerin gıda uygulamalarında aktif paketleme materyali olarak alternatif olabileceği belirtilmiştir. Bu yenilebilir filmlerin *S. aureus* ve *E.coli* üzerine inhibe edici etkisi olduğu da vurgulanmıştır (Bonilla ve Sobral, 2016). Çalışmamızda hazırlanan filmlerden karagenan limon, ksantan limon ve keçiyoynuzu limon test mikroorganizmalarının hepsine karşı antimikrobiyal etki göstermiştir. Kekik uçucu yağı içeren fesleğen tohumu sakızı ile yenilebilir film üretimi gerçekleştirilmiştir. %2-6 kekik uçucu yağ içeren bütün filmlerin patojen bakteriler olan *E. coli*, *S typhimurium*, *S. aureus* üzerine antimikrobiyal etki gösterdiği belirtilmiştir (Hashemi ve Khaneghah, 2017). Kaya ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada *Berberis crataegina* tohumundan elde edilen yağ ve meyve ekstraktı içeren kitosan bazlı yenilebilir filmler hazırlanmıştır. Tohumyağı, meyve ekstraktı ve kitosan'ın psikokimyasal ve biyolojik özellikleri ile yenilebilir film üretiminde etkili olduğu ve kullanılabilmesi bildirilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada filmlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için narenciye pektininin içerisine farklı oranlarda (% 0.5, %1.0 ve %1.5) karanfil tomurcuk yağı ilave edilmiştir. Gıda sektörü için antimikrobiyal film ile kaplamalarda pektinin içerisine karanfil yağı karıştırılmasının iyi bir potansiyel olduğu belirtilmiştir (Nisar ve ark., 2018). Yukarıda çeşitli bitki ve meyvelerden üretilen ekstrakt ve yağlar kullanılarak elde edilen yenilebilir filmlerin patojen ve bozulma yapan bakteriler üzerine yaptıkları antimikrobiyal etkiler, çalışmamızdaki limon ve portakal kabuklarından elde edilen filmlerin bakteriler üzerine yaptıkları antimikrobiyal etki ile paralellik göstermektedir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Limon ve portakal kabuklarının gıda sanayinde ekonomik değeri yüksektir. Kabuklar 'pektin' eldesi için birinci kaynaktır ve bir atık olarak değerlendirilir. Bunun yanısıra gerek gıda endüstrisinde, gerekse diğer endüstri kollarında kullanılacak doğal antimikrobiyallerin ucuz ve güvenilir kaynağı olan fenolik bileşenlerin elde edilmesi içinde önemli bir potansiyel kaynaktır. Bu amaçla çalışmada meyve kabukları atıklarının gıda sanayinde alternatif bir değerlendirme yöntemiyle değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre meyve kabuğu ekstraktlarının hepsinin antimikrobiyal etkili olduğu ancak kırmızı ve yeşil elma ile



karşılaştırıldığında en yüksek aktivitenin limon ve portakal kabuğu ekstralarında olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle limon ve portakal kabuklarının ekstralarından hazırlanan antimikrobiyal özellikli yenilebilir film solüsyonlarının sonuçlarına göre oluşturdukları zon çapları incelendiğinde filmlerden ksantan limon, karagenan portakal, karagenan limon ve keçiyoynuzu limonun daha fazla antimikrobiyal etkili olduğu bulunmuştur. Limon ekstralarından hazırlanan filmler, portakal ekstralarından hazırlanan filmlere göre daha fazla antimikrobiyal etki göstermiştir. Çalışmada meyve kabuklarının antimikrobiyal etkisinin saptanması üzerine; meyve kabuklarının gıda sanayinde alternatif değerlendirme yöntemiyle değerlendirilerek meyve kabuklarından antimikrobiyal madde ve yenilebilir film solüsyonlarının üretimi gerçekleştirilmesi sağlanabilecektir.

### Teşekkür

Bu çalışma Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı TAGEM/13/AR-GE/9 numaralı proje tarafından desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Akgül, A., and Kivanç, M. (1989). Sensitivity four foodborne moulds to essential oils from Turkish spices, herbs, and citrus Peel. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 47, 129-132. doi: 10.1002/jsfa.2740470115.
- Altuğ, S.E., and Karapınar, M.E. (1988). Sensitivity of some common food poisoning bacteria to thyme, mint and bay Leaves. *Int. J. Food Microbiology*. 3 (6), 349-354.
- Arora, M., and Kaur, P. (2013). Antimicrobial & antioxidant activity of orange pulp and peel. *International Journal of Science and Research*. 2(11), 412-415.
- Avila-Sosa, R., Palou, E., Munguia, M.T.J., Nevarez-Moorillon G.V., Cruz, A.R.N., and Lopez-Malo, A. (2012). Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. *International Journal of Food Microbiology*. 153, 66-72. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.10.017.
- Baytop, T. (1999). Türkiye’de bitkiler ile tedavi, geçmişte ve bugün. İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, İstanbul, 550 s.
- Benelli, P., Riehl, C. A. S., Smania Jr. A., Smania, E. F. A. and Ferreira, S. R. S. (2010). Bioactive extracts of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) pomace obtained by SFE and low pressure techniques: Mathematical modeling and extract composition, *Journal of Supercritical Fluids*, 55: 132 – 141.
- Bonilla, J., and Sobral, P.J.A. (2016). Investigation of the physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of gelatin-chitosan edible film mixed with plant ethanolic extracts. *Food Bioscience*, 16, 17-25. doi: 10.1016/j.fbio.2016.07.003
- Campo, J., Amiot, M.J., and Nguyen –The, C. (2000). Antimicrobial effect of rosemary extracts. *Journal of Food Protection*. 63, 1359-1368.
- Cerit, L.S. (2008). Bazi Baharat Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 55s.
- CLSI (2009). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing, nineteenth informational supplement. Approved Standard M100-S19. Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.
- Collins, C.M., and Lyne, P.M. (1987). *Microbiological methods*”, Butterworths Co. (Publishers) Ltd. London. 456s.

- Dahham, S.S., Ali, M.N., Tabassum, H., and Khan, M. (2010). Studies on antibacterial and antifungal activity of pomegranate (*Punica granatum* L.). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 9 (3), 273-281.
- Dehghani, S., Hosseini, S.V., and Regenstein, J.M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A Review. *Food Chemistry*, 240, 505-513. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.07.034
- Ekici, S., Diler, Ö., Didinen, B.I., and Kubilay, A. (2011). Balıklardan izole edilen bakteriyel patojenlere karşı bazı Bitkisel uçucu yağlarının antibakteriyel aktivitesi, *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17, 47-54.
- Ertürk, R., Çelik, C., Kaygusuz, R., and Aydın, H. (2010). Ticari olarak satılan kekik ve nane uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri, *Cumhuriyet Tıp Dergisi*. 32, 281-286.
- Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Park, Y. S., Haruenkit, R., Lojek, A., M., Trakhtenberg, S., (2001). Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits, *Food Chemistry*, 74 (3): 309 – 315.
- Hashemi, S.M.B., and Khaneghah, A.M. (2017). Characterization of novel-basil-seed gum active edible films and coatings containing oregano essential oil. *Process in Organic Coatings*, 110, 35-41. doi: 10.1016/j.porgcoat.2017.04.041
- Hassan, B., Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Zia, K.M., and Akhtar, N. (2018). Recent advantages on polysaccharides, lipid and protein based Edible films and Coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 109, 1095-1107. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097.
- Kaya, M., Kavikumar, P., İlk, S., Mujtaba, M., Akyuz, L., Labidi, J., Salaberria, A.M., Çakmak, Y.S., and Erkul, S.K. (2018). Production and characterization of chitosan based edible films from *Berberis crataegina*'s fruit extract and seed oil. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45, 287-297. doi: 10.1016/j.ifset.2017.11.013.
- Khan, J.A., and Hanees, S. (2011). Antibacterial properties of punica granatum peels. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 2(3), 23-27.
- Khan, M. K., Huma, Z. E., Dangles, O. (2014) A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols, *Journal of Food Composition and Analysis*, 33: 85–104.
- Kongruang, S. (2011). Antibacterial activity of formulated fish snack from bacterial cellulose, *International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 5, 239-243.
- Lin, Z., Pan, Y., Li, Xiaoshuang, L., Jie, J., and Zeng, M. (2017). Chemical composition, antimicrobial and anti-quorum sensing activities of pummelo peel flavonoid extract. *Industrial Crops & Products* 109, 862-868. doi: 10.1016/j.indcrop.2017.09.054
- Mathur, A., Verma S.K., Purohit, R., Gupta, V., Dua V.K., Prasad, GBKS., Mathur, D., Singh, S.K., and Singh, S. (2011). Evaluation of in vitro antimicrobial and antioxidant activities of peel and pulp of some citrus fruits. *IJPI's Journal of Biotechnology and Biotherapeutics*. 1(2), 1-17.
- Mejlholm, O., and Dalgaard, P. (2002). Antimicrobial effect of essential oils on the seafood spoilage microorganisms *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*. 34, 27-31.
- Nisar, T., Wang, Z.C., Yang, X., Tian, Y., Iqbal, M., and Guo, Y. (2018). Characterization of citrus pectin films integrated with clove bud essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 106, 670-680. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.08.068
- Nuamsetti, T., Dechayuenyong, P., and Tantipaibulvut, S. (2013). Antibacterial activity of pomegranate fruit peels and arils. *Science Asia*. 38, 319–322. doi: 10.2306/scienceasia1513-1874.2012.38.319
- Pandey, A., Kaushik, A., and Tiwari S.K. (2011). Evaluation of antimicrobial activity and phytochemical analysis of Citrus limon. *Journal of Pharmaceutical And Biomedical Sciences*, 13, 1-7.
- Perez, C., Paul M., and Bazerque P. (1990). An antibiotic assay by the agar well diffusion method. *Acta Biol. Med. Exp.*, 15, 113-115.
- Rasooli, I., Rezaei, M.B., Allameh, A., 2006. Ultrastructural Studies On Antimicrobial Efficacy of Thyme Essential Oils On *Listeria monocytogenes*, *International Journal of Infectious Diseases*, 10, 236-241.
- Roy, S., and Lingampeta, P. (2014). Solid wastes of fruits peels as source of low cost broad spectrum natural antimicrobial compounds- furanone, furfural and benzenetriol. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 273-279.

- Sağdıç, O., Kuşçu, A., Özcan, M., and Özçelik, S. (2002). Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth *E.coli* O157:H7. *Food Microbiology*, 19, 473-480. doi: 10.1006/yfmic.494.
- Sothornvit, R. (2011). Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips. *Journal of Food Engineering*, 107(3-4), 319-325.
- Şahin, E. (2006). Bitkisel kaynaklı antimikrobİYallerin gıda kaynaklı bazı patojen mikroorganizmalar üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Gıda Mühendisliği, 69 s.
- Schelz, Z., Molnar, J., and Hohmann, J. (2006). Antimicrobial and ANTIPLASMIĐ activities of essential oils. *Fitoterapi*, 77 (4), 279-285.
- Torlak, E., and Nizamlıoğlu, M. (2009). Doğal antimikrobiyal maddeler ile hazırlanan yenilebilir filmlerin *Listeria monocytogenes* üzerine etkileri, *Vet. Bil. Derg.*, 25 (1-2), 15-21.
- Wan, J., Wilcock, A., and Coventry, M.J. (1998). The effect of essential oils of basil on growth of *Aeromonas hydrophila*, and *Pseudomonas flourencens*. *Journal of Applied Microbiology*. 84 (2), 152-158.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., (2003). Gıda Mikrobiyolojisi. Temiz A., Gıdalarda Mikrobiyal Gelişimi Etkileyen Faktörler. 53-82.

**The First Record for *Tebenna micalis* (Lepidoptera, Choreutidae) in Çanakkale Province of Turkey and External and Genital Morphology of The Species**

Levent EFİL<sup>1</sup>, Erol ATAY<sup>2</sup>, Figen EFİL<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Dep. of Plant Protection, Çanakkale 18 March University, Çanakkale, TURKEY

<sup>2</sup>Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Mustafa Kemal University, Hatay, TURKEY

<sup>3</sup>Çanakkale Provincial Directorate of Agriculture, Çanakkale, TURKEY

**Geliş Tarihi:** 22.05.2018

**Kabul Tarihi:** 04.06.2018

**Sorumlu Yazar:** eatay@mku.edu.tr

**Abstract**

This study was conducted in field and laboratory. *Tebenna micalis* was caught in Artichoke gardens in Çanakkale with insect net, mercury vapour light trap and white screen. In the field studies, totally 35 male and 31 female specimens were collected. Specimens were dissected in the laboratory and prepared male and female genitalia and wings slides. We described the external and male and female genital morphology of *Tebenna micalis* in detail and also diagnostical morphological features. As a result of the study, *Tebenna micalis* is a new record for Çanakkale province.

**Keywords:** *Tebenna micalis*, Choreutidae, Artichoke, Çanakkale

**Türkiye Çanakkale İlinde *Tebenna micalis* (Lepidoptera, Choreutidae)'in İlk Kaydı ve Türün Dış ve Genital Morfolojisi**

**Özet**

Bu çalışma saha ve laboratuvar çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir. *Tebenna micalis*, Çanakkale'deki Enginar bahçelerinde atrap, civa buharlı ışık tuzağı ve beyaz perdeyle yakalandı. Saha çalışmalarında toplam 35 erkek ve 31 dişi toplanmıştır. Örnekler laboratuvarında preparat yapımı için hazırlandı, erkek genital ve kanat preparatları yapıldı. *Tebenna micalis*'in dış morfolojisi ve erkek genital organları ayrıntılı olarak tanımlandı. Çalışma sonucu olarak *Tebenna micalis* Çanakkale için ilk kayıttır.

**Anahtar Kelimeler:** *Tebenna micalis*, Choreutidae, Artichoke, Çanakkale

## 1. Introduction

The family Choreutidae have patches of highly reflective scales on their forewings earning the name metallic mark moths. The Choreutidae are members of the superfamily Choreutoidea (Dugdole, 1979). They are a small family of moths with about 400 described species distributed worldwide. Adults are small, diurnal moths with broad wings, which some species flick in a characteristic fashion as they strut jerkily about on hostplant leaves. Mostly dark colored, with black or Brown wings marked by metallic gray, white or silvery blue. The genus *Tebenna* Billberg, 1820 is almost cosmopolitan. Its larvae feed on Asteraceae (Dugdole, 1979; Zborowski and Edwards, 2007).

The first attempt on the checklist of the Turkish moths was listed by Koçak and Kemal (2006, 2007). Totally 4604 moth species were listed together with their synonymous names and updated provincial distributions. Later, the authors (Koçak and Kemal, 2009), reported that the Turkey Lepidoptera fauna was 5128 species belonging to 76 families. In addition, a total of 343 lepidoptera species, 240 Heterocera and 103 Rhopalocera, belonging to the province of Çanakkale were listed by the same authors. In addition to this information, present number of the *Tebenna* Billberg, 1820 species of Turkey is 2 (*T. bjerkandrella* (Borgström, 1784), *T. micalis*), but the genus *Tebenna* was not recorded found in Çanakkale.

## 2. Materials and Methods

### 2.1. Field Studies

Field studies were carried out in Artichoke gardens in Çanakkale province in 2017. All the field works were done under suitable weather conditions (without precipitation and strong winds), and works started early in the morning and continued until sunset. *Tebenna micalis* was caught in Artichoke gardens in Çanakkale with insect net, mercury vapour light trap and white screen. In the field studies, totally 35 male and 31 female specimens were collected.

## 2.2. Laboratory Studies

Before losing body water, the collected specimens were sorted according to body sizes, and were needed with a number 0 insect needles that matched the size of the custom sized boards, strain and inhibition couples were strained in laboratory work. For the drying of the stretched specimens, they were kept at room temperature for two weeks in a dark and dry place. Male and female genital organs were prepared for the identification of the species following morphological examinations and measurements on the male and female specimens. The needling of the butterflies, stretching of the wings and genital organ preparations were done accordingly the methods that defined in Atay's work (2006). The major taxonomic characters described. Important morphological organs of *T. micalis* were photographed and drawn. The specimens stored at the Biology Department of Mustafa Kemal University in Hatay.

## 3. Results and Discussion

### Genus *Tebenna* Billberg, 1820

Syn: *Porpe* Hübner, [1825] (Koçak and Kemal, 2009)

### *Tebenna micalis* (Mann, 1857) (Choreutidae)

Syn: *isshikii* Matsumura, 1931; *bradleyi* Clarke, 1971; *hypocroca* Diakonoff, 1978 (Koçak and Kemal, 2009)

The distribution of *Tebenna micalis* in Turkey; Iğdır (Koçak ve Kemal, 2009).

The distribution of *Tebenna micalis*; Great Britain, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Malta, Portugal, Sardinia, Slovakia, France, Yugoslavia, Azores, Albania, Spain, Madeira, Malta, Sardinia, Croatia (Karsholt and Razowski, 1996).

### Material Examined

Çanakkale (40°10'14" N; 26°27'06" E, 77 m.); 10.VIII.2017 4♂, 3♀; 15.VIII.2017 6♂, 4♀; 20.VIII.2017 5♂, 3♀; 25.VIII.2017 8♂, 5♀; 30.VIII.2017 4♂, 8♀; 10.IX.2017 4♂, 5♀; 20.IX.2017 4♂, 3♀.

### Measurements

Body Length ♂: 5-5,5 (5,25) mm, ♀: 6-8 (7) mm;

Wingspan ♂10-11 (10,5) mm, ♀ 10-12 (11) mm

Male (Figure 1): On the head vertex and frons metallic light yellowish brown, scales dirty white tipped, these scales are short and not fluffy. Antenna fuscous with white ring per segment and with short setae. Labial palpus well developed, long, strongly recurved upwards and reaches up to frons. First segment of labial palpus is white scales. Second segment is metallic light yellowish brown scales. Fringe on 2nd segment very long. Third segment of labial palpus is metallic light yellowish brown scales and its sharp. Haustellum is well developed, it's length as long as antennae length and with white scales. On the vertex, frons, labial palpus, and haustellum are densely covered smooth scales. Eyes are round, large and dark brown. On the head ocelli well developed. (Figure 2).

Head is 1,4 times wider than it's length. Antennae length 3 mm, filiform and long, densely covered with short cillia, it's length 0,62 times longer than forewing length.

On the thorax is fuscous and brownish orange, some scales white-tipped; the ventral of thorax is white scales.

Forewings are long and narrow, it's length 2,47 times longer than it's width. The top surface of the forewings; with brownish orange and light brown, some scales white-tipped at basal and postbasal; discal and postdiscal region with white and light brown scales, dark brown and silvery metallic markings. Fringe is long and brown. The ventral surface of the forewings; pale fuscous, with pale white line at the postdiscal region. Hindwings are broad and it's length 1,80 times longer than it's width. The top surface of the hindwings; fuscous, with pale white line at the discal region. The ventral surface of the forewings; pale fuscous, with pale white line at the postdiscal region. Female individual is similar to male, but more pale and darker.

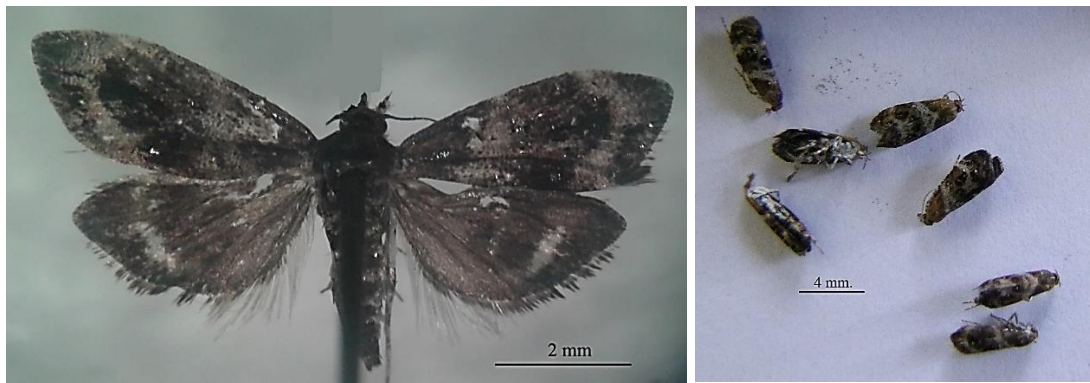
The male genital organ is as Figure 3.

Valva is short and broad, ventrally articulated, on saccular margin with short seta. The apical of valva strongly recurved hook-like appendage, and the ventral of this structure with short seta. Uncus is membranous and narrow, with short seta. Tegumen is narrow and short. Saccus is quite long and broad. Aedeagus is long and narrow, light curve. Cornutus is with numerous short spines.

The female genital organ is as Figure 4.

Papillae analis (ovipositor) is heavily sclerotized, short, with short and sparse setose. Apophyses posteriores long and thin; slightly longer than apophyses anteriores. Ductus bursae is extremely long, tubular and membranous. Corpus bursae rather long and broad, oval-shaped, membranous with signum. Signum very long, strongly sclerotized (Figure 5).

In this study, we described the external and genital morphology of the male and female *T. micalis*. The important taxonomic characters belong to *T. micalis* were described in detail by comparison of different parameters with each other. Each one of the external and genital taxonomic characters were measured with digital caliper and stereo microscope. This species is new record for the the lepidoptera fauna of Çanakkale.

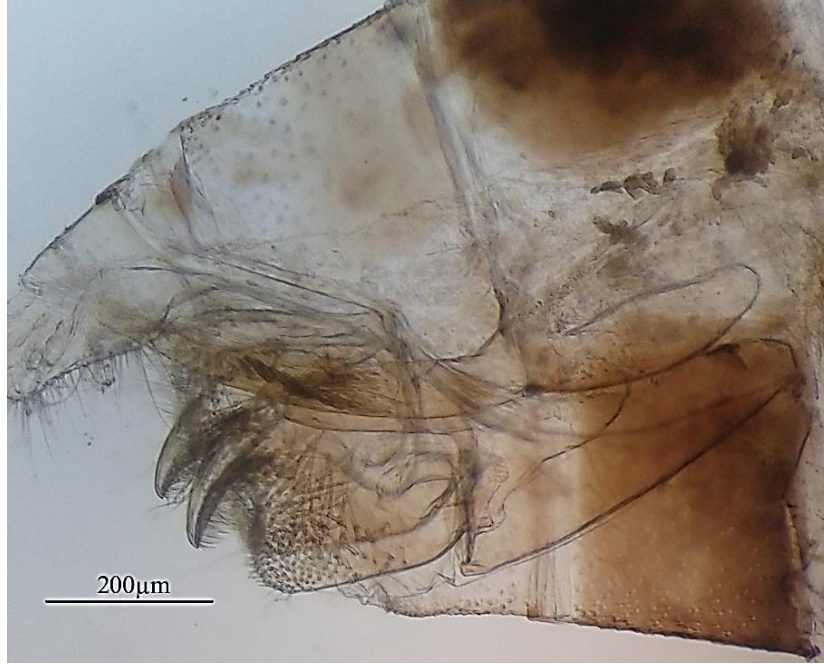


**Figure 1.** Adults of *Tebenna micalis*

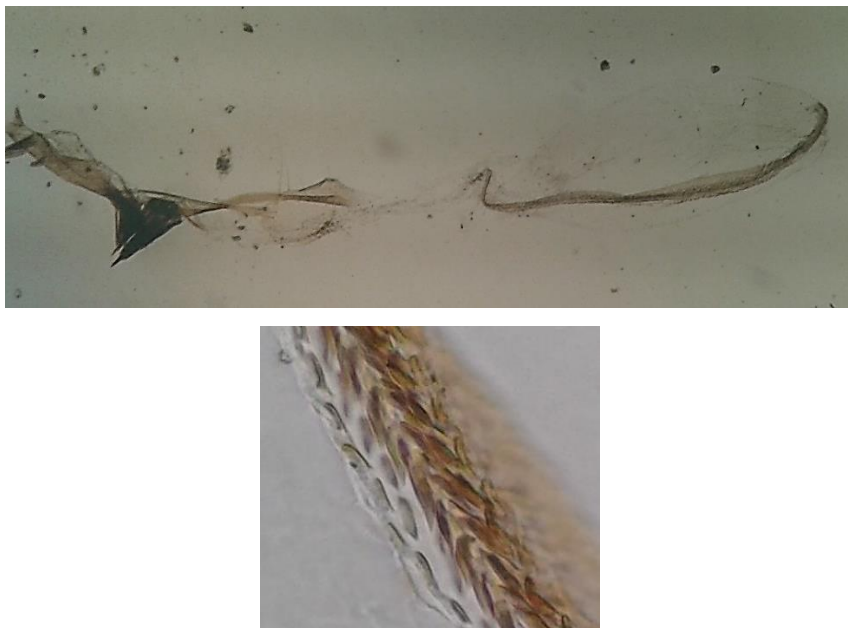


**Figure 2.** The head structure of *Tebenna micalis*





**Figure 3.** The male Genitaliae of *Tebenna micalis* (Abdomen, Genitalia and Aedeagus)



**Figure 4.** The Female Genitaliae of *Tebenna micalis* (Ovipositor, Ductus Bursae, Corpus Bursae, Signum)

## References

- Atay, E. (2006). The Identity of *Parapoynx affinalis* (Guenee, 1854) (Lepidoptera, Crambidae, Nymphulinae) in Turkey. *Journal of Entomology*, 3(1), 76-81.
- Dugdale, J.S. (1979). A New Generic Name for the New Zealand Species Previously Assigned to *Simaethis auctorum* (Lepidoptera: Choreutidae) with Description of A New Species. *New Zealand Journal of Zoology*, Vol. 6, 461-466.
- Koçak, A.Ö. and Kemal, M. (2006). Checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies Ankara*, 1, 1-196.
- Koçak, A.Ö. and Kemal, M. (2007). Revised and annotated checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies Ankara*, 8, 1-150.
- Koçak, A.Ö. and Kemal, M. (2009). Revised checklist of the Lepidoptera of Turkey. *Centre for Entomological Studies Ankara*, 17 1-150.
- Karsholt, O. and Razowski, J. (1996). The Lepidoptera of Europe A Distributional Checklist. Apollo Books. Denmark, 380 pp.
- Zborowski, P. and T. Edwards. (2007). A Guide to Australian Moths. Csiro Publishing-Australia.