



KSÜ Tarım ve Doğa Derg

KSU J. Agric Nat

e-ISSN : 2619-9149

T.C.

KAHRAMANMARAŞ

SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

# TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Journal of Agriculture and Nature

Cilt-Volume **21** Sayı-Number **2** Yıl-Year: **2018**



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

**Yazışma Adresi / Corresponding Address**  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi  
Tarım ve Doğa Dergisi,  
46100 – Kahramanmaraş/TÜRKİYE  
Tel : (+90-344) 300 2000

E-mail: [dogabilimleri@ksu.edu.tr](mailto:dogabilimleri@ksu.edu.tr)  
Web: <http://dergipark.gov.tr/ksudobil>  
<http://dogadergi.ksu.edu.tr>

Bu dergi hakemli olup yılda 6 kez yayınlanır.  
This journal is peer-reviewed and published 6 issues per year.

**Derginin Eski Adı/Previous Name of Journal**  
KSU Fen ve Mühendislik Dergisi  
KSU Journal of Science and Engineering  
KSU Doğa Bilimleri Dergisi  
KSU Journal of Natural Science  
**Derginin Eski ISSN Numarası/Previous ISSN Number**  
1301-2053





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Sahibi/ Owner

Prof.Dr. Durmuş DEVECİ  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörü

### Editörler / Editors

Prof.Dr. Ali KAYGISIZ (Başkan/Editor in Chief)  
Zootečni Böl.  
dogabilimleri@ksu.edu.tr

Prof.Dr. İ. Ersin AKINCI  
Bahçe Bitkileri Böl.  
akinci.ie@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Hakan DOYGUN  
Peyzaj Mimarlığı Böl.  
doygun@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Adil AKYÜZ  
Biyosistem Müh. Böl.  
adilakyuz@ksu.edu.tr

Prof.Dr. Sakine Serap AVGIN  
Biyoloji Böl.  
ssavgin@ksu.edu.tr

Prof.Dr. İsmail AKYOL  
Tarımsal Biyoteknoloji Böl.  
ismailakyol@ksu.edu.tr

### İngilizce Editörü/English Editor

Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ  
Bitki Koruma Böl.  
cetintas@ksu.edu.tr

### Danışmanlar Kurulu/Advisory Board Dr.

Eslam FAID-ALLAH  
Minoufiya University, EGYPT

Prof.Dr. Ahmet ALP  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv

Dr. Tugay AYŞAN  
Doğu Akdeniz TAE Müd. ADANA

Prof. Dr. Fikri BALTA  
Ordu Üniv. ORDU

Prof. Dr. İsmet BOZ  
Ondokuz Mayıs Univ. SAMSUN

Prof. Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN  
Mustafa Kemal Üniversitesi,  
HATAY

Prof.Dr. Şebnem Şeküre  
ELLİALTIOĞLU  
Ankara Üniversitesi, ANKARA

Prof.Dr. Wayne GARDNER,  
The University of Georgia, USA

Prof.Dr. Rüstü HATİPOĞLU  
Çukurova Üniversitesi ADANA

Prof.Dr Stanislaw HURUK  
Jan Kochanowski Univ. POLAND

Prof. Dr. Ahmet ILCİM  
Mustafa Kemal Üniversitesi,  
HATAY

Prof.Dr. Khalid Mahmood  
KHAWAR  
Ankara Üniversitesi, ANKARA

Prof. Dr. Halil KIRNAK,  
Erciyes Univ. KAYSERİ

Prof.Dr. Yeşim Yalçın MENDİ,  
Çukurova Üniversitesi, ADANA

Prof.Dr İdris OĞURLU  
İstanbul Ticaret Üniv. İSTANBUL

Prof.Dr Vytautas TAMUTIS  
Uniwersytet Aleksandra  
LITVANIA

Doç.Dr. Gülgün TİRYAKİ  
ÇOMÜ ÇANAKKALE

Prof.Dr. Jose Cola ZANUNCIO  
Federal univ. of Vicosa BRAZIL



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### İÇİNDEKİLER

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Türkiye Faunası İçin İki Yeni Neophyllobius Akar (Acari: Prostigmata: Camerobiidae) Kaydı 106-110  
Mustafa AKYOL
- Şanlıurfa İli Hydrophiloidea (Coleoptera: Helophoridae, Hydrochidae ve Hydrophilidae) Faunası Üzerine Araştırmalar 111-118  
Gani Erhan TAŞAR
- Modicogryllus truncatus (Tarbinsky, 1940)'un (Orthoptera: Gryllidae) Büyümesi ve Üremesi Üzerine Değişik Besinlerin Etkileri 119-125  
Semra KAÇAR, Mehmet BAŞHAN
- Borik Asit'in Farklı Gelişim Evrelerindeki *Drosophila melonagaster*'in Dış İskeleti Üzerine Etkisi 126-130  
Eda GÜNEŞ, Durmus SERT
- Bazı Schiff Bazlarının *Saccharomyces cerevisiae* BY4741 Kültür Ortamlarında Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri 131-140  
Ayşe Dilek ÖZŞAHİN, Nesrin BOZHAN
- Prostat Kanseri Hücre Hattı DU145 Üzerine Salvia Piliifera Ekstraktları ile Sentetik Klorojenik ve Kafeik Asidin Sitotoksik ve Apoptotik Etkilerinin İncelenmesi 141-147  
Önder YUMRUTAŞ, Mustafa PEHLİVAN, Celal GÜVEN, İbrahim BOZGEYİK, Esra BOZGEYİK, Pınar YUMRUTAŞ, Ebru TEMİZ, Fatih ÜÇKARDEŞ
- Streptozotosin ile İndüklenen Diyabetik Sıçanlarda Karaçalı Meyve Özütlerinin Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi 148-156  
Kasım TAKIM
- Astragalus diphtherites FENZL var. diphtherites ve Astragalus gymnalopecias RECH. FIL'in Gövde ve Kök Kısımlarından Farklı Çözücüler ile Elde Edilen Özütlerin İnvitro Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi 157-166  
Cumali KESKİN, Hasan Çetin ÖZEN, Zuhale TOKER, Göksel KIZIL, Murat KIZIL
- Mısır Silajlarında Saha Şartlarında Aerobik Stabilite Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği ile Değerlendirilmesi 167-174  
Fisun KOÇ, Mehmet Levent ÖZGÜVEN, Ahmet Şükrü DEMİRCİ, Hasan Ersin ŞAMLI
- Bazı Meteorolojik Verilerin Mekânsal Değişkenliği Üzerine Bir Karşılaştırma: Kahramanmaraş Örneği 175-184  
Ali ÇAYLI, Adil AKYÜZ, Emir Hüseyin KAYA, Yasir ÇİÇEKLİ, Mehmet Çağrı YILDIZ
- Doğu Akdeniz Bölgesinde Farklı Sıra Aralıklarının Pamuk Bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Sulama Suyu Miktarına Etkisi 185-190  
Çağatay TANRIVERDİ, Hasan DEĞİRMENCİ, Engin GÖNEN, Ulaş ŞENYİĞİT
- Coğrafi İşaretli Erzurum Küflü Peyniri'nin Tüketici Tercihlerine Dayalı Pazarlama Taktik ve Stratejileri 191-202  
Derya BARAN, Yavuz TOPÇU





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Sığırcılık İşletmelerinde Hayvan Sağlığı, Veteriner Sağlık Hizmetleri ve Yetiştirici Memnuniyeti ve Beklentileri: Erzurum İli Narman İlçesi Örneği  
Rıdvan KOÇYİĞİT, Mete YANAR, Recep AYDIN, Abdülkerim DİLER, Olcay GÜLER 203-208
- Farklı Yemleme Sistemlerinin Alman Alaca ve Saanen Keçilerinde Performans ve Süt Kompozisyonu Üzerine Etkisi  
Uğur SERBESTER, M.E.M. Awlad MOHAMMAD, Nazan KOLUMAN, Murat GÖRGÜLÜ 209-214
- Kahramanmaraş İlindeki İki Özel İşletmede Kültür İrki Sığırların Adaptasyon Düzeylerinin Sigorta Hasar Tazminatı Alma Kriteri Bakımından Karşılaştırılması  
Ali KAYGISIZ, Abdülkerim HARMANDAR 215-219
- Farklı Mikroalg ve Ticari Yemlerin Rotifer (Brachionus plicatilis, Müller 1786) Büyümesi, Protein ve Yağ Asidi Profiline Etkisi  
Kamil Mert ERYALÇIN 220-228
- Özlüce Baraj Gölü'nde Yaşayan Capoeta umbla (Heckel, 1843)'nın Bazı Populasyon Parametreleri  
Mücahit EROĞLU, Mustafa DÜŞÜKCAN, Mehmet Zülfü ÇOBAN 229-238
- Arum nickelii Schott ve Monotipik Arisarum vulgare O.Targ.-Tozz Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Bir Araştırma  
Yurdanur AKYOL, Kadriye YETİŞEN, Okan KOCABAŞ, Canan ÖZDEMİR 239-245
- DERLEME MAKALE - REVIEW ARTICLE***
- Kara Asker Sineği Hermetia illucens (Linnaeus, 1758): Biyoloji, Üretim ve Hayvan Beslemede Kullanımı  
Sırrı KAR, Hasan Ersin ŞAMLI, Levent ARIN 246-263
- Bitkilerde Melatonin ve Üstlendiği Görevler  
Gökçen YAKUPOĞLU, Şebnem KÖKLÜ, Ahmet KORKMAZ 264-276



Prof.Dr. Sermin AKINCI  
Prof.Dr. M. Murat ASLAN  
Prof.Dr. M. Murat ASLAN  
Prof.Dr. M. Murat ASLAN  
Prof.Dr. Ender BÜYÜKGÜZEL  
Prof.Dr. Ümit İNCEKARA  
Prof.Dr. Memnune ŞENGÜL  
Doç.Dr. Serap Coşansu AKDEMİR  
Prof.Dr. M. Sait EKİNCİ  
Prof.Dr. H. Rüşti KUTLU  
Prof.Dr. Levent ŞAYLAN  
Prof.Dr. Halit APAYDIN  
Prof.Dr. Ali Arda İŞIKBER  
Doç.Dr. Tamer KAYIŞ  
Prof.Dr. Mustafa DARILMAZ  
Dr. Öğr.Üyesi Mustafa AKYOL  
Dr. Öğr.Üyesi Kasım TAKIM  
Dr. Öğr.Üyesi Abdussamet GÜZEL  
Dr. Öğr.Üyesi Abdussamet GÜZEL  
Dr. Öğr.Üyesi Oğuz Ayhan KİREÇÇİ  
Dr. Öğr.Üyesi Sebahattin CÖMERTPAY  
Dr. Öğr.Üyesi Sebahattin CÖMERTPAY  
Prof.Dr. Ünal KILIÇ  
Prof.Dr. B. Zehra SARIÇİÇEK  
Prof.Dr. Recep AYDIN  
Prof.Dr. Oya IŞIK  
Prof.Dr. Telat YANIK  
Prof.Dr. Tolga GÖKSAN  
Doç.Dr. Azime KÜÇÜKGÜL  
Doç.Dr. Köksal PAPUÇÇU  
Prof.Dr. Halil KIZILASLAN  
Do.Dr. Adnan ÜNALAN  
Prof.Dr. İbrahim TAPKI  
Prof.Dr. Uğur ZULKADİR  
Prof.Dr. Uğur ZULKADİR  
Prof.Dr. Bülent GÜLÇUBUK  
Doç.Dr. Hasan AKGÜL  
Prof.Dr. Ergül Belge KURUTAŞ  
Doç.Dr. İlker KILIÇ  
Doç. Dr. Semih Metin SEZEN  
Prof.Dr. Ahmet KURUNÇ  
Prof.Dr. K. Sulhi GÜNDOĞDU  
Prof.Dr. Raşit URHAN  
Dr. Öğr. Üyesi Gani Erhan TAŞAR  
Dr. Öğr. Üyesi Gani Erhan TAŞAR  
Dr. Öğr. Üyesi Gani Erhan TAŞAR

#### HAKEMLER/Referenes\*

K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Böl., K.Maraş  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., K.Maraş  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., K.Maraş  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., K.Maraş  
B. Ecevit Üniv., Fen Edebiyat Fak., Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl.,Zonguldak  
Atatürk Üniversitesi Fen Fak., Biyoloji Bölümü, Erzurum  
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak., Gıda Müh., Bölümü, Erzurum  
Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fak., Gıda Müh., Bölümü, Sakarya  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl., K.Maraş  
Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Böl., Adana  
İstanbul Teknik Üniv., Havacılık ve Uzay Bilimleri Fak., İstanbul  
Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., K.Maraş  
Adıyaman Üniv., Fen Edebiyat Fak., Biyoloji Bölümü, Adıyaman  
Aksaray Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Aksaray  
Manisa Celal Bayar Üniv., Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa  
Harran Üniv., Veteriner Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Şanlıurfa  
Harran Üniv., Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji ve Genetik Bölümü, Şanlıurfa  
Harran Üniv., Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji ve Genetik Bölümü, Şanlıurfa  
Bitlis Eren Üniv., Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bitlis  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Biy. Tekn. Böl., K.Maraş  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Biy. Tekn. Böl., K.Maraş  
On dokuz Mayıs Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Bölümü, Samsun  
Ankara Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Bölümü, Ankara  
Atatürk Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Bölümü, Erzurum  
Çukurova Üniv. Su Ürünleri Fak., Su Ürünleri Temel Bili. Bölümü, Adana  
Atatürk Üniv., Su Ürünleri Fak., Su Ürünleri Müh., Bölümü, Adana  
COMU., Deniz Bil. ve Tek. Fak. Su Ürün. Yet. Böl. Çanakkale  
Munzur Üniv., Su Ürünleri Fak., Su Ürünleri Yetiştir., Bölümü, Tunceli  
Gaziosmanpaşa Üniv., Fen Edebiyat Fak., Biyoloji Bölümü, Tokat  
Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat  
Niğde Ömer Halis Üniv., Tıp Fak., Temel Bilimler Bölümü, Niğde  
Mustafa Kemal Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Bölümü, Hatay  
Selçuk Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Bölümü, Konya  
Selçuk Üniv., Ziraat Fak., Zootečni Bölümü, Konya  
Ankara Üniv., Ziraat Fak., Tarım Ekonomisi Bölümü, Ankara  
Akdeniz Üniv., Fen Edebiyat Fak., Biyoloji Bölümü, Antalya  
K.Maraş Sütçü İmam Üniv., Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya, K.Maraş  
Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Biyosistem Müh., Bölümü, Bursa  
Çukurova Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana  
Akdeniz Üniv., Ziraat Fak., Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya  
Uludağ Üniv., Ziraat Fak., Biyosistem Müh., Bölümü, Bursa  
Pamukkale Üniv., Biyoloji Bölümü, Denizli  
Adıyaman Üniv., Kahta MYO, Bitkisel Hayvansal Üretim Bölümü, Adıyaman  
Adıyaman Üniv., Kahta MYO, Bitkisel Hayvansal Üretim Bölümü, Adıyaman  
Adıyaman Üniv., Kahta MYO, Bitkisel Hayvansal Üretim Bölümü, Adıyaman

\* Soyada göre sıralanmıştır.



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### HAKEMLER/Referenes<sup>†</sup>

Prof.Dr. Hasan ÖZÇELİK

Doç.Dr. Hasan YILDIRIM

Doç.Dr. İbrahim Mete MISIRLIOĞLU

Prof.Dr. Ahmet İLÇİM

Prof.Dr. Hüsnü ÜNLÜ

Prof.Dr. İlknur SOLMAZ

Süleyman Demirel Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Bölümü, Isparta

Ege Üniv., Fen Fak. Biyoloji Bölümü, İzmir

Eskişehir Osmangazi Üniv. Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Bölümü, Eskişehir

Mustafa Kemal Üniv., Fen Edebiyat Fak., Biyoloji Bölümü, Hatay

Süleyman Demirel Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta

Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

<sup>†</sup> Soyada göre sıralanmıştır.

Cilt-Volume **21**

Sayı-Number **2**

Yıl-Year **2018**

## Türkiye Faunası İçin İki Yeni *Neophyllobius* Akar (Acari: Prostigmata: Camerobiidae) Kaydı

Mustafa AKYOL<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa  
✉ : makyol77@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada, Kıyı Ege'den tespit edilen Türkiye faunası için yeni kayıt olarak tanımlanan *Neophyllobius lamimani* McGregor, 1950 ve *Neophyllobius parthenocissus* Bolland, 1991 türleri yeniden tanımlanmıştır. *Pinus brutia* ve *Thymus* sp. altı toprak ve döküntü örneğinden alınan akarlar, Berlese düzeneğiyle ayrıştırılarak modifiye Hoyer ortamında preparatı hazırlanmıştır. Daha sonra örneklerin çizim tüpü ataşmanlı mikroskop kullanılarak çizimleri ve ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada türlerin Dünya'da yayılış gösterdiği yerlerdeki örnekleri ile karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıkları tartışılmıştır.

DOI:10.18016/ksudobil.304398

### Makale Tarihçesi

Geliş : 06.04.2017

Kabul : 27.04.2017

### Anahtar Kelimeler

Acari,  
Camerobiidae,  
*Neophyllobius*,  
Yeni kayıt,  
Türkiye

### Araştırma Makalesi

## Two New Records of *Neophyllobius* Mites (Acari: Prostigmata: Camerobiidae) for the Turkish Fauna

### ABSTRACT

In this study, *Neophyllobius lamimani* McGregor, 1950 and *Neophyllobius parthenocissi* Bolland 1991, determined in coastal Aegean, identified as new records for the Turkish fauna were re-described. Mites were taken from soil and litter samples from beneath of *Pinus brutia* and *Thymus* sp. and extracted using Berlese funnels and mounted on slides in a modified Hoyer's medium. Then, the specimens were measured and illustrated using a drawing tube attached microscope. Similarities and differences were discussed by comparing them with the other examples of the species spread throughout the world.

### Article History

Received: 06.04.2017

Accepted: 27.04.2017

### Keywords

Acari,  
Camerobiidae,  
*Neophyllobius*,  
New record,  
Turkey

### Research Article

**To Cited** : Koçyiğit R, Yanar M, Aydın R, Diler A, Güler O 2018. Türkiye Faunası İçin İki Yeni *Neophyllobius* Akar (Acari: Prostigmata: Camerobiidae) Kaydı. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):106-110, DOI:10.18016/ksudobil.304398.

### GİRİŞ

Camerobiidae, Raphignathoidea üst familyasının ikinci büyük familyasıdır. Raphignathoidea Grandjean, 1944 (Acari: Prostigmata) üst familyası; Barbutiidae, Caligonellidae, Camerobiidae, Cryptognathidae, Dasythyreidae, Eupalopsellidae, Homocaligidae, Mecognathidae, Raphignathidae, Stigmaeidae ve Xenocaligonellidae familyaları olmak üzere toplam 11 familya, 62 cins ve 900'e yakın türle temsil edilmektedir (Fan ve Zhang 2005, Zhang ve ark., 2011). Türkiye'den ise şuana kadar kaydedilmiş 7 familya, 23 cins ile 175 türü bilinmektedir (Akyol ve ark., 2016).

Camerobiidae, familyasına ait 7 cins bulunur ve bunlardan *Neophyllobius* Berlese cinsi en fazla türle temsil edilmektedir. *Neophyllobius* cinsi 1886 yılında Berlese tarafından *N. elegans* tip türü üzerinden

tanımlanmıştır. *Neophyllobius* cinsine ait türlerin bir çoğu predatör bireyler olarak bilinmekte ve özellikle böcek larvaları ve çeşitli bitki zararlısı akarlarla beslenmektedir (Meyer, 1962; Gerson, 1971, 1973; Gerson ve Smiley, 1990; Gerson ve ark., 1990; Du Toit ve ark., 1998; Bolland, 1991; Bolland ve Mehrnejad, 2001; Khanjani ve Ueckermann, 2002).

Türkiye'den *Neophyllobius* cinsine ait şimdiye kadar 21 tür tespit edilmiştir. *Neophyllobius afyonensis* Akyol ve Koç, *N. askalensis* Doğan ve Ayyıldız, *N. atriplicis* Bolland, *N. ayvalikensis* Akyol, *N. ayyıldizi* Koç ve Madanlar, *N. bolvadinensis* Akyol ve Koç, *N. communis* Bolland, *N. demirsoyi* Akyol ve Koç, *N. fani* Doğan ve Ayyıldız, *N. izmirensis* Akyol, *N. karabagiensis* Akyol ve Koç, *N. lachishensis* Bolland, *N. olurensis* Doğan ve Ayyıldız, *N. orhani* Doğan ve Ayyıldız, *N. persiaensis* Khanjani ve Ueckermann,



2002, *N. podocarp* Bolland, *N. populous* Akyol ve Koç, *N. quercus* Uluçay ve Koç, *N. sultanensis* Akyol ve Koç, *N. turcicus* Koç ve Ayyıldız, *N. yunusi* Akyol ve Koç (Koç ve Ayyıldız, 1996; Koç, 1999, 2001; Koç ve Madanlar, 2002; Doğan ve Ayyıldız, 2003; Akyol ve Koç, 2006 a,b,c; Akyol, 2013; Uluçay ve Koç, 2014; Çobanoğlu ve Yeşilayer, 2016). Bu çalışmayla *Neophyllobius* cinsine ait Türkiye faunasına iki yeni tür kaydı eklenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

Çalışma alanı olarak seçilen Kıyı Ege Bölgesinin, rafignatoid akar faunasını tespit etmek amacıyla Haziran 2007–Haziran 2008 tarihleri arasında karasal ve yarı sucul habitatlardan toprak ve döküntü örnekleri alındı. Alınan örneklerin her biri ayrı ayrı naylon torbalar içerisine konulduktan sonra etiketlenip laboratuvara getirildi. Burada her örnek toprak akarları ayıklama düzeneği olan Berlese hunilerine konularak bir hafta süreyle ışık altında bekletildi. Huninin alt kısmında bulunan ve içinde % 70'lik alkol bulunan toplama şişelerinde biriken akarlar, diseksiyon mikroskobu (stereo mikroskop) altında topraktan ayıklanıp içerisinde laktofenol (laktik asit 50 ml, fenol 25 ml, saf su 25 ml) bulunan petri kaplarına ağartılması için bırakıldı. Ağaran akarların modifiye Hoyer ortamında (saf su 50 ml, gum arabic 50 gr, kloral hidrat 125 gr, gliserin 30 ml) preparatları yapıldı (Koç, 1999, 2001; Koç ve Madanlar, 2002; Doğan ve Ayyıldız, 2003; Akyol ve Koç, 2006 a,b,c). Preparatları yapılan örneklerin çizim takımı bulunan çizim mikroskobunda vücut ve çeşitli organlarının şekilleri çizildi (Şekil 1 ve 2). Şekilleri çizilen örneklerden çeşitli organlarının ölçümleri yapıldı ve ilgili literatür kullanılarak (Bolland, 1991; Bolland ve Mehrnejad, 2001; Khanjani ve Ueckermann, 2002; Doğan ve Ayyıldız, 2003; Akyol ve Koç, 2006 a,b,c; Fan ve Zhang 2005; Khanjani ve ark., 2010; Akyol, 2013) tür teşhisleri yapıldı. 2007–2008 tarihleri arasında yapılan örneklemelerden elde edilen yeni türler (*N. ayvalikensis* Akyol ve *N. izmirensis* Akyol) öncelikle verildi (Akyol, 2013). Araştırma alanında yeni kayıtların yeni tür olma ihtimali göz önüne alınarak örneklemelere periyodik olmasa da ara ara devam edildi. Fakat, yeni kayıtlara ait örnekler şuana kadar rastlanmadığı için bu çalışmada verilmiştir.

Sırt ve bacak kıllarının çizim ve isimlendirilmesi Kethley (1990) ve Grandjean (1944)'a göre yapılmıştır. Bütün ölçümler mikrometre (µm) olarak verilmiştir. Tip örneği ve diğer örnekler Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji laboratuvarında, preparat halinde saklanmaktadır.

## BULGULAR

Familya: Camerobiidae Southcott, 1957

Cins: *Neophyllobius* Berlese, 1886

Tip Türü: *Neophyllobius elegans* Berlese, 1886.

Dişi: İdiozoma 14–15 çift kıl taşır. Sırt kılları genellikle uzun, kılıç gibi ve üzerleri tüberküllüdür. Peritremler gnatozomanın üst kısmında yer alır ve genellikle birleşik lobludur. Femur 2 kıl, genu 1 kıl, tibia 3 kıl ve 1 tane kılıç şeklinde kıl ve muhtemelen iz halinde tibial tırnak taşır. Tarsusta 2 kıl, 1 solenidium ve 1 veya 2 eupatidium bulunur. Bacakları oldukça uzundur; tarsus I ve II'nin arka kısmında birer tane solenidium yer alır. Bazı türlerin tarsus IV'ü bir tane orta konumlu kıllı iken, birçok türün tarsusları iki tane orta konumlu kıl taşır. Tibiaların kıl sayısı 9–8–8–7 şeklindedir.

Genital kapakta 1 çift genital kıl, anal kapakta 3 çift pseudanal kıl bulunur.

Erkek: Tibia I' de fazladan bir solenidium vardır. Tarsus I-IV' ün her biri genişlemiş bir solenidium taşır.

Tür: *Neophyllobius lamimani* McGregor, 1950 (Şekil 1)

Dişi: Vücut, gnatozoma hariç 322 µm uzunluğunda ve 280 µm genişliğindedir

Gnatozoma 62 µm uzunluğundadır. Subkapitulunun orta kısmında bir çift düz kıl ( $m = 13 \mu\text{m}$ ) vardır. Palp trokanterinde kıl yoktur. Femurda 2, genuda 1, tibiada 3+1, tarsusda ise 2 kıl, 1 solenidium ve 1 eupatidium vardır (Şekil 1. G).

Sırtta toplam 15 çift dişli ve kalın kıl vardır. Bunlardan 6 çifti merkezi kıl olup idiozomanın orta kısmına yerleşmiştir. Sırt kılları küçük dişlidir. İki çift göz sci ve sce kılları arasında yer alır. Sırt tarafı kaba çizgilidir. Çizgiler  $f_2$  kılının kaidesine kadar ve vücudun kenar kısmında boyuna, merkezi kıllar arasında ise enine olarak uzanır. Sırt kıllarının uzunlukları şu şekildedir:  $vi = 70 \mu\text{m}$ ,  $ve = 44 \mu\text{m}$ ,  $sci = 52 \mu\text{m}$ ,  $sce = 55 \mu\text{m}$ ,  $ci = 42 \mu\text{m}$ ,  $cs = 81 \mu\text{m}$ ,  $di = 52 \mu\text{m}$ ,  $d_2 = 52 \mu\text{m}$ ,  $ei = 83 \mu\text{m}$ ,  $e_2 = 55 \mu\text{m}$ ,  $fi = 68 \mu\text{m}$ ,  $f_2 = 31 \mu\text{m}$ ,  $hi = 31 \mu\text{m}$ ,  $h_2 = 29 \mu\text{m}$ ,  $pdx = 45 \mu\text{m}$  (Şekil 1. A).

Karın tarafında birinci koksa üzerinde, üçüncü koksalar arasında ve genital bölgenin üst kısmında olmak üzere üç çift düz kıl ( $1a = 21 \mu\text{m}$ ,  $3a = 26 \mu\text{m}$ ,  $4a = 18 \mu\text{m}$ ) vardır. Bacak koksaları (I+II ve III+IV) şeklinde olmak üzere iki grup halindedir ve karın bölgesinin diğer bütün tarafı çizgilidir. Aggenital bölgede bir çift aggenital kıl ( $ag$ ), genital kapak üzerinde bir çift genital kıl ( $g$ ) ve anal kapak üzerinde 3 çift pseudanal kıl ( $ps_1-3$ ) bulunur (Şekil 1. B).

Bacakları idiozomadan uzundur. Bacakların uzunlukları (femurun kaidesinden tarsus tırnaklarının ucuna kadar) şu şekildedir: I. bacak 500 µm, II. bacak 416 µm, III. bacak 468 µm ve IV. bacak 468 µm. Birinci bacadan dördüncü bacağa kadar kılların bacak parçalarına dağılımı (solenidiumların sayısı parantez içerisinde gösterilmiştir) şöyledir: koksa 3–1–2–2, trokanter 1–1–1–1, femur 4–3–2–2, genu 1(+k)–1(+k)–1–1, tibia 9(+φ)–



8(+φ)-8(+φ)-7(+φ), tarsus 10(+ω)-10(+ω)-8-7. Tarsus I ve IV de iki tane orta konumlu kıl bulunur (Şekil 1. C-F).

Erkek: Bilinmiyor.

İncelenen Örnek ve Yaşam Alanı: Balıkesir İli, Edremit İlçesi, Kazdağları, Edremit Körfezi, 50 m, 24. 05.2008, kızılçam (*Pinus brutia*) altı döküntü ve toprak örneği, 1♀.

Yayıncı: Amerika Birleşik Devletleri (A.B.D.) (California, 1936, E.W.Baker), Türkiye (Balıkesir, Edremit Körfezi, 2008, M. Akyol).

Tür: *Neophyllobius parthenocissi* Bolland, 1991 (Şekil 2)

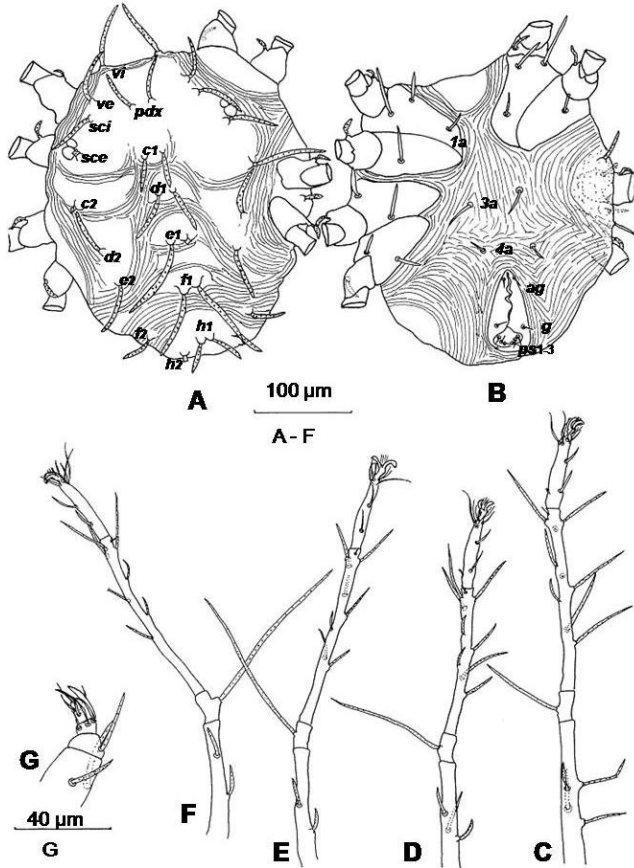
Dişi: Vücut, gnatozoma hariç (iki örneğe ait ölçüm) 291–302 µm uzunluğunda ve 239–250 µm genişliğindedir.

Gnatozoma 62 µm uzunluğundadır. Subkapitulumun orta kısmında bir çift düz kıl ( $m = 13 \mu\text{m}$ ) vardır. Palp trokanterinde kıl yoktur. Femurda 2, genuda 1, tibiada 3+1, tarsusda ise 2 kıl, 1 solenidium ve 1 eupatidium vardır (Şekil 2. G).

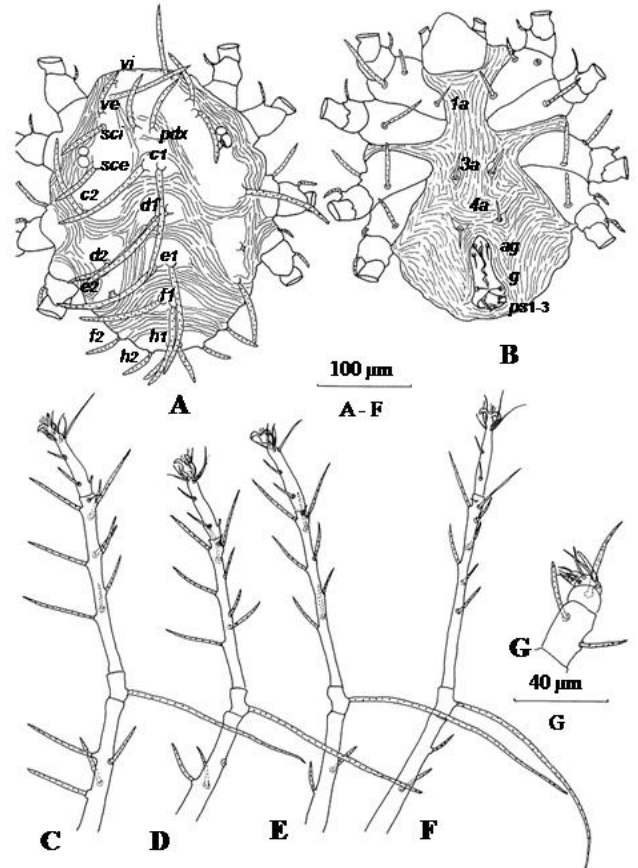
Sırtta toplam 15 çift dişli ve kalın kıl vardır. Bunlardan

6 çifti merkezi kıl olup idiozomanın orta kısmına yerleşmiştir. Sırt kılları küçük dişlidir. İki çift göz *sci* ve *sce* kılları arasında yer alır. Sırt tarafı kaba çizgilidir. Çizgiler  $f2$  kılının kaidesine kadar ve vücudun kenar kısmında boyuna, merkezi kıllar arasında ise enine olarak uzanır. Sırt kıllarının uzunlukları şu şekildedir:  $vi = 73 \mu\text{m}$ ,  $ve = 62 \mu\text{m}$ ,  $sci = 55 \mu\text{m}$ ,  $sce = 57-60 \mu\text{m}$ ,  $c1 = 112 \mu\text{m}$ ,  $c2 = 96 \mu\text{m}$ ,  $d1 = 125 \mu\text{m}$ ,  $d2 = 65 \mu\text{m}$ ,  $e1 = 112-117 \mu\text{m}$ ,  $e2 = 68 \mu\text{m}$ ,  $f1 = 91 \mu\text{m}$ ,  $f2 = 39 \mu\text{m}$ ,  $h1 = 42-44 \mu\text{m}$ ,  $h2 = 34-36 \mu\text{m}$ ,  $pdx = 60-65 \mu\text{m}$  (Şekil 2. A).

Karın tarafında birinci koksa üzerinde, üçüncü koksalar arasında ve genital bölgenin üst kısmında olmak üzere üç çift düz kıl ( $1a = 21 \mu\text{m}$ ,  $3a = 26 \mu\text{m}$ ,  $4a = 13 \mu\text{m}$ ) vardır. Bacak koksaları (I+II ve III+IV) şeklinde olmak üzere iki grup halindedir ve karın bölgesinin diğer bütün tarafı çizgilidir. Aggenital bölgede bir çift aggenital kıl (*ag*), genital kapak üzerinde bir çift genital kıl (*g*) ve anal kapak üzerinde 3 çift pseudanal kıl ( $ps1-3$ ) bulunur (Şekil 2. B).



Şekil 1. *Neophyllobius lamimani* (Dişi). A) Vücut, üstten, B) Vücut, alttan, C) I. bacak, D) II. bacak, E) III. bacak, F) IV. bacak, G) Palp



Şekil 2. *Neophyllobius parthenocissi* (Dişi). A) Vücut, üstten, B) Vücut, alttan, C) I. bacak, D) II. bacak, E) III. bacak, F) IV. bacak, G) Palp.

Bacakları idiozomadan uzundur. Bacakların uzunlukları (femurun kaidesinden tarsus tırnaklarının ucuna kadar) şu şekildedir: I. bacak 437–468 µm, II. bacak 416 µm, III. bacak 437–458 µm ve IV. bacak 468 µm. Birinci baktan dördüncü bacağa kadar kılların bacak parçalarına dağılımı (solenidiumların sayısı parantez içerisinde gösterilmiştir) şöyledir: koksa 3–1–2–2, trokanter 1–1–1–1, femur 4–3–2–2, genu 1(+k)–1(+k)–1–1, tibia 9(+φ)–8(+φ)–8(+φ)–7(+φ), tarsus 10(+ω)–10(+ω)–8–7. Tarsus I ve IV'de iki tane orta konumlu kıl bulunur (Şekil 2. C-F).

Erkek: Dişiye göre küçük vücutlu, sırttaki  $h_1$  kılı oldukça kısalmış, tibia I'in uç kısmında iki solenidia bulunur.

İncelenen Örnekler ve Yaşama Alanları: İzmir İli, Karaburun İlçesi, Sarpıncık köyü, 260 m, 16.03.2008, kekik (*Thymus* sp.) altı döküntü ve toprak örneği, 1♀;1♂ anormal.

Yayıncı: Amerika Birleşik Devletleri (Washington, 1950, E.W.Baker), Türkiye (İzmir, Karaburun, 2008, M. Akyol).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

*Neophyllobius lamimani* McGregor, 1950 A.B.D (California)'de ağaç üzeri liken, asma ve tuzcul çimen örneğinden bulunan dişi üzerinden McGregor tarafından tanımlanmıştır (Bolland, 1991). Bu çalışmadaki örneği ise Kıyı Ege'de yer alan Balıkesir ili Edremit Körfezi kızılçam (*Pinus brutia*) altından alınan döküntü ve toprak örneğinde bulunmuştur.

A.B.D (California) örneğinde vücut büyüklüğü 405/330 µm verilmiştir (Bolland, 1991). Türkiye örneğinin vücut büyüklüğü 322/280 µm olarak bulunmuştur. Buna göre, Türkiye örneği vücut büyüklüğü bakımından A.B.D (California) örneğinden küçük olduğu anlaşılmaktadır. A.B.D (California) örneğinde merkezi sırt kıllarının uzunlukları:  $pdx=90/85$  µm,  $c_1=85$  µm,  $d_1=80$  µm,  $e_1=75$  µm,  $f_1=70$  µm,  $h_1=30$  µm, yanıl sırt kıllarının uzunlukları:  $vi=70$  µm,  $ve=55$  µm,  $sci=70$  µm,  $sce=60$  µm,  $c_2=80$  µm,  $d_2=60$  µm,  $e_2=55$  µm,  $f_2=50$  µm,  $h_2=35$  µm olarak bulunmuştur (Bolland, 1991). Türkiye örneğinin merkezi sırt kıllarının uzunlukları:  $pdx=45$  µm,  $c_1=42$  µm,  $d_1=52$  µm,  $e_1=83$  µm,  $f_1=68$  µm,  $h_1=31$  µm, yanıl sırt kıllarının uzunlukları:  $vi=70$  µm,  $ve=44$  µm,  $sci=52$  µm,  $sce=55$  µm,  $c_2=81$  µm,  $d_2=52$  µm,  $e_2=55$  µm,  $f_2=31$  µm,  $h_2=29$  µm olarak tespit edilmiştir. A.B.D (California) örneğinde merkezi sırt kıllarından  $pdx$ ,  $c_1$ , ve  $d_1$  kıllarının Türkiye örneğinden neredeyse iki katı kadar uzun olduğu görülmektedir. Türkiye örneği diğer yapısal özellikleri bakımından tip örneğine benzerlik göstermektedir.

*Neophyllobius parthenocissi* Bolland, 1991 A.B.D (Washington)'de *Parthenocissus tricuspidata* bitkisi üzerinden bulunan dişi üzerinden Bolland tarafından tanımlanmıştır (Bolland, 1991). Türkiye örneği, İzmir

ili Karaburun Yarımadası kekik (*Thymus* sp.) altından alınan döküntü ve toprak örneğinde bulunmuştur.


A.B.D (Washington) örneğinde vücut büyüklüğü 310/275 µm verilmiştir (Bolland, 1991). Türkiye örneğinin vücut büyüklüğü 291–302/239–250 µm olarak bulunmuştur. Buna göre, Türkiye örneği vücut büyüklüğü bakımından A.B.D (Washington) örneği ile yaklaşık aynı büyüklüktedir. A.B.D (California) örneğinde merkezi sırt kıllarının uzunlukları:  $pdx=85$  µm,  $c_1=125$  µm,  $d_1=120$  µm,  $e_1=125$  µm,  $f_1=85$  µm,  $h_1=45$  µm, yanıl sırt kıllarının uzunlukları:  $vi=65$  µm,  $ve=75$  µm,  $sci=80$  µm,  $sce=70$  µm,  $c_2=85$  µm,  $d_2=70$  µm,  $e_2=75$  µm,  $f_2=50$  µm,  $h_2=45$  µm olarak bulunmuştur (Bolland, 1991). Türkiye örneğinin merkezi sırt kıllarının uzunlukları:  $pdx=60–65$  µm,  $c_1=112$  µm,  $d_1=125$  µm,  $e_1=112–117$  µm,  $f_1=91$  µm,  $h_1=42–44$  µm, yanıl sırt kıllarının uzunlukları:  $vi=73$  µm,  $ve=62$  µm,  $sci=55$  µm,  $sce=57–60$  µm,  $c_2=96$  µm,  $d_2=65$  µm,  $e_2=68$  µm,  $f_2=39$  µm,  $h_2=34–36$  µm olarak tespit edilmiştir. A.B.D (Washington) örneğinde sırt kıllarından  $pdx$  ve  $sci$  kıllarının Türkiye örneğinden uzun olduğu görülmektedir. Türkiye örneği diğer yapısal özellikleri bakımından tip örneğine benzerlik göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- Akyol M, Uluçay İ, Koç K 2016. Symposium on Euro Asian Biodiversity, 23-27 Mayıs 2016, Antalya, Turkey.
- Akyol M 2013. Two new species of the genus *Neophyllobius* Berlese (Acari: Camerobiidae) from Turkey, International Journal of Acarology, 39(7): 542–546.
- Akyol M, Koç K 2006a. The camerobiid mites (Acari, Camerobiidae) of Turkey. Biologia, Bratislava, 61(2): 125–132.
- Akyol M, Koç K 2006b. Two new species of *Neophyllobius* (Acari: Camerobiidae) from Turkey. Zootaxa, 1196: 63–68.
- Akyol M, Koç K 2006c. New species of *Neophyllobius* and *Tycherobius* (Acari: Camerobiidae) from Turkey. Biologia Bratislava, 61: 487–495.
- Berlese A 1886. Acari dannosi alle piante coltivate. Padova: 31 pp.
- Bolland HR 1991. Review of the systematics of the family Camerobiidae, II. The genus *Neophyllobius* Berlese, 1886 (Acari: Raphignathoidea). Genus, 2 (2): 59–226.
- Bolland HR, Mehrnejad MR 2001. *Neophyllobius pistaciae* Bolland and Mehrnejad (Acari: Camerobiidae) from Iran. International Journal of Acarology, 27(1): 49–53.
- Çobanoğlu S, Yeşilayer A 2016. *Neophyllobius persiaensis* Khanjani ve Ueckermann (Acari: Camerobiidae); new record of the species from the parks and ornamental plants in İstanbul (Turkey). Türkiye Entomoloji Bülteni, 6(1): 3–8.

- Doğan S, Ayyıldız N 2003. New species of *Neophyllobius* (Acari: Camerobiidae) and description of *Cryptognathus ozkani* (Acari: Cryptognathidae) male from Turkey. *Biologia*, 58(2): 121-132.
- Du Toit BJ, Theron, PD, Ueckermann EA 1998. A new genus and four new species of the family Camerobiidae (Acari: Raphignathoidea) from South Africa. *International Journal of Acarology*, 24(1): 3-19.
- Fan Q-H, Zhang Z-Q 2005. Raphignathoidea (Acari: Prostigmata). *Fauna of New Zealand*, 52: 400.
- Gerson U 1971. The mites associated with citrus in Israel. *Israel Journal Entomology*, 6: 5-21.
- Gerson U 1973. The mites associated with armored scale insects. *Proc. 3rd Int. Congr. Acarol. Prague*, 1971: 653-654.
- Gerson U, Oconnor BM, Houck MA 1990. 2. 2. 6 Acari, pp. 77- 97. In: Rosen, D. (ed.). *The Armored scale insects. Their biology, natural enemies and control*, Vol. 4B. Elsevier Publishers, Amsterdam.
- Gerson U, Smiley RL 1990. *Acarina Biocontrol Agents*. Chapman and Hall, London, 96-97.
- Grandjean F, 1944. Observations sur les acariens de la famille des Stigmaeidae. *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 26: 103-131.
- Kethley J 1990. *Acarina: Prostigmata (Actinedida)*. In *Soil Biology Guide*, ed. D.L. Dindal.- John Wiley and Sons, New York, 667-756.
- Khanjani M, Ueckermann EA 2002. Camerobiidae of Iran with descriptions of three new species (Acari: Camerobiidae). *Systematic and Applied Acarology*. Systematic and Applied Acarology Society, 7: 159-166.
- Khanjani M, Fayaz BA, Ghanbalani GN 2010. Two new species of the genus *Neophyllobius* Berlese (Acari: Camerobiidae) from Iran. *Zootaxa*. 2521:53-64.
- Koç K 1999. *Neophyllobius communis* and its developmental stages (Acari: Camerobiidae). *Entomologische Berichten, Amsterdam*, 59(8): 119-123.
- Koç K 2001. A new record of *Neophyllobius* Berlese (Acari: Camerobiidae) for the fauna of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 25(4): 257-262.
- Koç K, Ayyıldız N 1996. A new species of the *Neophyllobius* (Acari, Camerobiidae) from Turkey. *International Journal of Acarologia*, 22 (4): 291 - 294.
- Koç K, Madanlar N 2002. A new species of *Neophyllobius* Berlese (Acari: Camerobiidae) from Turkey. *Acarologia*, 1: 61-66.
- Meyer MKP 1962. Two new predators of red scale (*Aonidiella auranti*) in South Africa. *South African Journal of Agricultural Science*, 5(3): 411- 417.
- Uluçay İ, Koç K 2014. A new species of *Neophyllobius* and description of male of *Neophyllobius yunusi* (Acari: Camerobiidae) from Turkey. *International Journal of Acarology*, 40(1), 15-22.
- Zhang Z-Q, Fan Q-H, Pesic V, Smit H, Bochkov AV, Khaustov AA, Baker A, Wohltmann A, Wen T-H, Amrine JW, Beron P, Lin J-Z, Gabrys G, Husband R 2011. Order Trombidiformes Reuter 1909. In: Zhang, Z-Q. (ed.) *Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148: 129-138.

## Investigations on The Hydrophiloidea (Coleoptera: Helophoridae, Hydrochidae and Hydrophilidae) Fauna of Şanlıurfa Province

Gani Erhan TAŞAR 

<sup>1</sup> Adıyaman University, Kahta Vocational High School, Adıyaman, Turkey  
✉: erhantasar@gmail.com

### ABSTRACT

In this study, the aquatic Coleoptera species collected from Şanlıurfa province in 2014-2015 were evaluated. Thirty taxa concerning the superfamily of Hydrophiloidea (Coleoptera: Helophoridae, Hydrochidae and Hydrophilidae) were detected in the research area. Within these species, *Helophorus singularis* Miller, 1881 was reported for the first time from Turkey. Twenty nine taxa were also first records for Şanlıurfa province. Furthermore, species belonging to *Hydrochara* Berthold, 1827 genus that known from Turkey were discussed.

DOI: 10.18016/ksudobil.298369

### Article History

Received: 16.03.2017

Accepted: 11.05.2017

### Keywords

Coleoptera,  
Helophoridae,  
Hydrochidae,  
Hydrophilidae,  
Şanlıurfa

### Research Article

## Şanlıurfa İli Hydrophiloidea (Coleoptera: Helophoridae, Hydrochidae ve Hydrophilidae) Faunası Üzerine Araştırmalar

### ÖZET

Bu çalışmada, 2014-2015 yıllarında Şanlıurfa İlinden toplanan sucul kınkanathlı türleri değerlendirilmiştir. Araştırma alanında Hydrophiloidea (Coleoptera: Helophoridae, Hydrochidae ve Hydrophilidae) üst familyasına ait 30 tür tespit edilmiştir. Bu türlerden *Helophorus singularis* Miller, 1881 Türkiye'den ilk kez bildirilmiştir. 29 tür de Şanlıurfa İli için ilk kayıttır. Ayrıca Türkiye *Hydrochara* Berthold, 1827 cinsine ait türler makale içerisinde tartışılmıştır.

### Makale Tarihçesi

Geliş : 16.03.2017

Kabul : 11.05.2017

### Anahtar Kelimeler

Kınkanathlılar,  
Helophoridae,  
Hydrochidae,  
Hydrophilidae,  
Şanlıurfa

### Araştırma Makalesi

**To Cited :** Taşar GE 2018. Investigations on The Hydrophiloidea (Coleoptera: Helophoridae, Hydrochidae and Hydrophilidae) Fauna of Şanlıurfa Province. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):11-118, DOI: 10.18016/ksudobil.298369.

## INTRODUCTION

Order Coleoptera includes 176 families, 29500 genera and 386500 species, fossil taxa includes 31 families, 230 genera and 600 species (Slipinski et al., 2011). This Order has 4 Suborders named as; Archostemata, Myxophaga, Adephaga and Polyphaga (Lawrence, 2016; Archangelsky et al., 2016). The suborder Polyphaga includes more than %90 of the Coleoptera species (Glime, 2015). The Superfamily Hydrophiloidea is into group of Suborder: Polyphaga. This superfamily has 9 families named as; Helophoridae Leach, 1815, Epimetopidae Zaitzev, 1908, Georissidae Leporte, 1840, Hydrochidae Thomson, 1859, Spercheidae Erichson, 1837, Hydrophilidae Latreille, 1802, Sphaeritidae Shuckard,

1839, Synteliidae Lewis, 1882 and Histeridae Gyllenhal, 1808 (Lawrence, 2016; Archangelsky et al., 2016). We found and collected only the specimens of Hydrophilidae, Hydrochidae and Helophoridae families into this superfamily in the research area.

Family Hydrophilidae (water scavenger beetles) has 169 genera and 2932 described species. The members of this family are living in all over the world (except Antarctica). It was reported that the species of Hydrophilinae, Chaetarthriinae, Enochrinae, Acidocerinae and Sphaeridiinae subfamilies appeared in Palaearctic region (Archangelsky et al., 2016). So far, 103 taxa were known from Turkey (Darılmaz and İncekara, 2011; İncekara et al., 2011; Taşar, 2014; Polat et al., 2015, İncekara et al., 2016; Taşar, 2017).



Helophoridae (grooved water scavenger beetles) family can be discriminated easily from all other adult water beetles on the basis of their most conspicuous diagnostic feature: the presence of five longitudinal grooves on the disc of the pronotum (Stals, 2008). It has a single genus: *Helophorus* Fabricius, 1775. This genus includes 192 species (Archangelsky et al., 2016). 156 species were reported from Palaearctic Region (Przewoźny and Fikáček, 2016). On the other hand, 41 species were reported from Nearctic Region (Smetana, 1985); 3 species were reported from Oriental region (Angus, 1992; Hansen, 1999); nevertheless, only 2 Ethiopian region originated species were reported (Stals, 2008). 51 species were known in Turkey (Darılmaz and İncekara, 2011; Taşar et al., 2012; Taşar, 2017).

Hydrochidae (elongated water scavenger beetles) family has a single genus: *Hydrochus* Leach, 1817 (Hansen, 1987, 1991). This genus includes 181 species worldwide. They were found in all zoogeographic

regions (Archangelsky et al., 2016). So far, 27 species and two subspecies were reported from Palaearctic Region (Hansen, 2004). Seven species were known in Turkey (Darılmaz and İncekara, 2011; Taşar, 2017).

There is not any detailed study known about Hydrophiloidea (Coleoptera) from Şanlıurfa province in literature. The aim of this study was to present Hydrophiloidea fauna in Şanlıurfa province, Turkey. Besides, this study contributes new record and new data for Turkish Hydrophiloidea Fauna.

## MATERIALS and METHODS

### Study site

Şanlıurfa is a city located in the South-eastern Anatolian region, Turkey (Figure 1). It has terrestrial climate with an elevation of 518 meters. It has 10 districts (except centrum) including Akçakale, Birecik, Bozova, Ceylanpınar, Halfeti, Harran, Hilvan, Siverek, Suruç and Viranşehir.

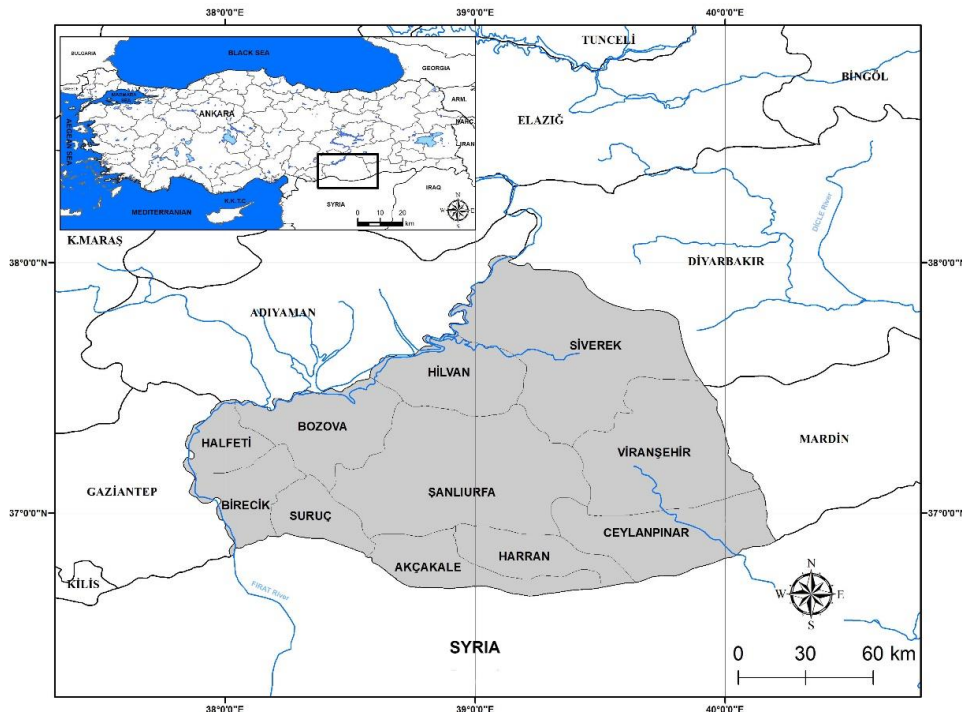


Figure 1. Map of the research area.

### Sampling method

The specimens were collected from freshwater habitats of Şanlıurfa province (Turkey) with 3,15x1 mm and 3,15 x 0,5 mm mesh sized sieves. The beetles were killed with ethyl alcohol and stored in small bottles until further identification. Specimens were cleaned with brush before identification. Aedeagophores of collected specimens were dissected under a stereo microscope (Soif SZM-45) in the laboratory. The identified species were converted into museum material and deposited in the private collections of the

author at Adıyaman University, Turkey.

## RESULTS and DISCUSSION

In the current study, 30 species of three families were collected and identified as following: Helophoridae (with 10 species), Hydrochidae (with 1 species) and Hydrophilidae (with 19 species). Locality data of collected specimens were presented in Table 1.

Within these species: *Helophorus singularis* Miller, 1881 were recorded for the first time from Turkey. From the study, 29 species/subspecies were reported as new records for Şanlıurfa province.



Table 1. Sampling locations (district, village), coordinates and altitudes.

Abbreviation	Sampling site	Coordinates	Altitude (m)
S1	Şanhurfa	37° 16.500'N 38° 44.900'E	717
S2	Şanhurfa, Birecik	37° 01.729'N 37° 58.364'E	346
S3	Şanhurfa, Birecik, Yeşilözen	37° 12.528'N 37° 57.933'E	585
S4	Şanhurfa, Bozova	37° 25.931'N 38° 22.196'E	510
S5	Şanhurfa, Bozova	37° 25.253'N 38° 23.488'E	530
S6	Şanhurfa, Bozova	37° 22.256'N 38° 33.785'E	571
S7	Şanhurfa, Bozova	37° 22.342'N 38° 36.826'E	569
S8	Şanhurfa, Bozova, Arıkök	37° 23.803'N 38° 26.987'E	574
S9	Şanhurfa, Bozova, Çiftlik	37° 22.453'N 38° 40.635'E	562
S10	Şanhurfa, Bozova, Karababa	37° 27.913'N 38° 15.583'E	402
S11	Şanhurfa, Hilvan	37° 34.528'N 38° 56.689'E	591
S12	Şanhurfa, Hilvan	37° 36.809'N 39° 08.203'E	610
S13	Şanhurfa, Hilvan, Çatak	37° 36.437'N 39° 03.853'E	570
S14	Şanhurfa, Hilvan, Dalca	37° 36.621'N 39° 05.969'E	580
S15	Şanhurfa, Hilvan, Faik	37° 36.492'N 39° 00.631'E	595
S16	Şanhurfa, Hilvan, Kırbaşı	37° 29.738'N 38° 52.973'E	695
S17	Şanhurfa, Siverek	37° 46.781'N 39° 15.884'E	738
S18	Şanhurfa, Siverek	37° 48.301'N 39° 35.460'E	1178
S19	Şanhurfa, Siverek	37° 48.965'N 39° 37.369'E	1109
S20	Şanhurfa, Siverek	37° 47.898'N 39° 34.403'E	1179
S21	Şanhurfa, Siverek	37° 53.249'N 39° 03.796'E	851
S22	Şanhurfa, Siverek	37° 53.176'N 39° 04.778'E	853
S23	Şanhurfa, Siverek	37° 41.513'N 39° 15.789'E	654
S24	Şanhurfa, Siverek	37° 43.263'N 39° 19.436'E	716
S25	Şanhurfa, Siverek,	37° 21.800'N 39° 26.903'E	689
	Aşağıkaracaören		
S26	Şanhurfa, Siverek, Bucak,	37° 51.198'N 39° 07.238'E	747
	Beştaş		
S27	Şanhurfa, Siverek, Çamçayı	37° 41.072'N 39° 18.643'E	692
S28	Şanhurfa, Siverek, Çiftçiler	37° 34.176'N 39° 20.384'E	753
S29	Şanhurfa, Siverek, Darıcalı	37° 38.097'N 39° 12.008'E	653
S30	Şanhurfa, Siverek, Hacı Kamil	37° 39.017'N 39° 12.870'E	653
S31	Şanhurfa, Siverek, Hemo	37° 36.275'N 39° 20.220'E	722
S32	Şanhurfa, Siverek, Kanterek	37° 41.604'N 39° 18.991'E	716
S33	Şanhurfa, Siverek, Karakeçi	37° 24.180'N 39° 26.308'E	695
S34	Şanhurfa, Siverek, Şaraptul	37° 47.082'N 39° 15.203'E	716
S35	Şanhurfa, Siverek, Sarıdam	37° 13.311'N 39° 30.858'E	612
S36	Şanhurfa, Siverek, Şehirsuyu	37° 43.249'N 39° 19.439'E	714
S37	Şanhurfa, Siverek, Üstüntaş,	37° 47.981'N 39° 13.098'E	716
	Kudek		
S38	Şanhurfa, Siverek, Yücelen	37° 41.770'N 39° 18.645'E	690
S39	Şanhurfa, Suruç,	37° 03.100'N 38° 21.008'E	540
	Aşağıbostancılar		
S40	Şanhurfa, Suruç, Büyükhan	37° 07.383'N 38° 23.745'E	584
S41	Şanhurfa, Suruç, Kocaali	37° 03.375'N 38° 10.169'E	758
S42	Şanhurfa, Viranşehir	37° 13.010'N 39° 34.200'E	576
S43	Şanhurfa, Viranşehir	37° 10.067'N 39° 48.682'E	508
S44	Şanhurfa, Viranşehir, Sesiğ	37° 13.401'N 39° 36.255'E	556

Determined species and their locality data are listed below:

**Family: Helophoridae**

**Genus: Helophorus Fabricius, 1775**

**Helophorus brevipalpis Bedel, 1881**

Material examined: S10, 24.06.2014, 2 ex.; S13, 24.06.2014, 1 ex.; 30.09.2014, 2 ex.; S14, 24.06.2014, 1 ex.; S15, 24.06.2014, 2 ex.; 30.09.2014, 1 ex.; S31, 13.05.2014, 1 ex.; S36, 13.05.2014, 1 ex.; 30.09.2014, 1 ex.

**Helophorus lewisi Angus, 1985**

Material examined: S21, 13.05.2014, 2 ex.

**Helophorus singularis Miller, 1881**

Material examined: S21, 13.05.2014, 2 ex.

Short diagnosis: Head and pronotum are black, sometimes brownish colour. Apical segment of the maxillary palpi are symmetrical oval. Pronotal intervals are uniformly and densely granulate. Grooves are narrow. Elytra are brownish colour. Strongly striate. Elytral interstices are convex and uneven. Legs are longer. Posterior tarsi are about three quarters the length of the tibiae. According to Angus (1992) the aedeagophore of *H. singularis* (belong to our samples were presented in Figure 2.) is very distinctive, similar in shape to that of *H. obscurus*, but smaller. Our specimens have little differences between the specimens of Angus (1992). Such as the coloration of pronotum. The pronotum of *H. singularis* have matt grey, sometimes brownish colour (Angus, 1992); our samples have black, sometimes brownish colour (Figure 3).

Ecology: The samples were collected in the stony and muddy small stagnant water with very poor vegetation.

Global Distribution: Albania, Croatia, Greece, Montenegro (Przewoźny and Fikáček, 2016).

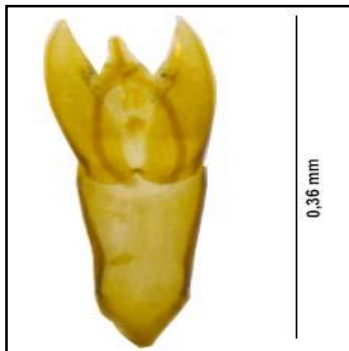


Figure 2. Male genitalia; aedeagophore of *Helophorus singularis* Miller, 1881

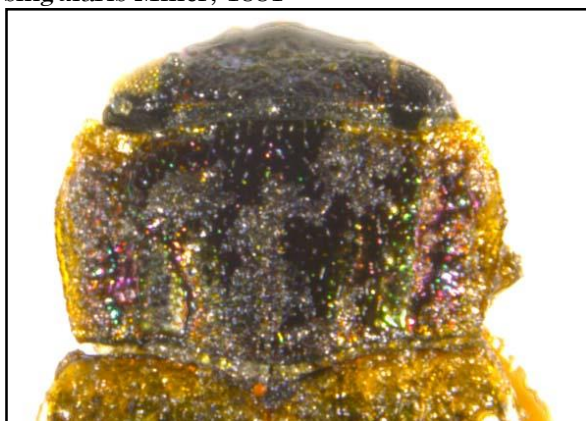


Figure 3. Pronotum of *Helophorus singularis* Miller, 1881

**Helophorus nubilus Fabricius, 1776**

Material examined: S15, 24.06.2014, 2 ex.; S23, 13.05.2014, 1 ex.

**Helophorus micans (Faldermann, 1835)**

Material examined: S15, 24.06.2014, 4 ex.; 30.09.2014, 5 ex.; S21, 13.05.2014, 4 ex.; 30.09.2014, 3 ex.; S28, 13.05.2014, 2 ex.; 30.09.2014, 2 ex.; S34, 13.05.2014, 5 ex.; 30.09.2014, 7 ex.; S35, 13.05.2014, 5 ex.; 30.09.2014, 2 ex.; S11, 01.06.2015, 10 ex.; S12, 01.06.2015, 13 ex.; S16, 01.09.2015, 2 ex.; S17, 01.09.2015, 6 ex.; S18, 01.09.2015, 4 ex.; S19, 01.09.2015, 3 ex.; S20, 01.09.2015, 2 ex.; S25, 01.09.2015, 2 ex.; S27, 04.07.2015, 8 ex.; S29, 04.07.2015, 5 ex.; S30, 04.07.2015, 2 ex.; S32, 04.07.2015, 6 ex.; S38, 04.07.2015, 2 ex.; S40, 13.05.2014, 8 ex.; S41, 13.05.2014, 2 ex.; S42, 14.05.2014, 7 ex.; S43, 14.05.2014, 5 ex.; S44, 14.05.2014, 5 ex.

**Helophorus aquaticus (Linnaeus, 1758)**

Material examined: S21, 13.05.2014, 4 ex.; 30.09.2014, 4 ex.; S17, 01.09.2015, 2 ex.; S18, 01.09.2015, 1 ex.; S19, 01.09.2015, 1 ex.; S20, 01.09.2015, 2 ex.

**Helophorus grandis (Illiger, 1798)**

Material examined: S21, 13.05.2014, 8 ex.; 30.09.2014, 5 ex.; S24, 13.05.2014, 5 ex.; S26, 13.05.2014, 3 ex.; S17, 01.09.2015, 2 ex.; S18, 01.09.2015, 5 ex.; S19, 01.09.2015, 2 ex.; S20, 01.09.2015, 3 ex.

**Helophorus hilaris Sharp, 1916**

Material examined: S13, 24.06.2014, 2 ex.; S21, 13.05.2014, 2 ex.; S24, 13.05.2014, 2 ex.; S31, 13.05.2014, 1 ex.; S34, 13.05.2014, 3 ex.; S37, 13.05.2014, 5 ex.; 30.09.2014, 5 ex.; S1, 13.05.2014, 2 ex.; S16, 01.09.2015, 2 ex.; S30, 04.07.2015, 2 ex.; S39, 13.05.2014, 3 ex.

**Helophorus pallidipennis Mulsant & Wahanru, 1852**

Material examined: S15, 24.06.2014, 2 ex.; 01.06.2015, 2 ex.; S21, 13.05.2014, 2 ex.; S36, 13.05.2014, 1 ex.; 30.09.2014, 2 ex.

**Helophorus subcarinatus Angus, 1985**

Material examined: S15, 24.06.2014, 1 ex.; S23, 02.06.2015, 1 ex.

Family: Hydrochidae

Genus: *Hydrochus* Leach, 1817

*Hydrochus flavipennis* Kuster, 1852

Material examined: S15, 01.06.2015, 3 ex.

Family: Hydrophilidae

Genus: *Anacaena* Thomson, 1859

*Anacaena rufipes* (Guillebeau, 1896)

Material examined: S15, 24.06.2014, 2 ex.

Genus: *Enochrus* Thomson, 1859

*Enochrus bicolor* (Fabricius, 1792)

Material examined: S8, 12.05.2014, 2 ex.; 24.06.2014, 2 ex.

***Enochrus halophilus* (Bedel, 1878)**

Material examined: S15, 24.06.2014, 3 ex.; 01.06.2015, 1 ex.

***Enochrus ochropterus* (Marsham, 1802)**

Material examined: S15, 24.06.2014, 2 ex.; S26, 02.06.2015, 3 ex.

***Enochrus politus* (Küster, 1849)**

Material examined: S14, 24.06.2014, 1 ex.; S33, 13.05.2014, 2 ex.; S37, 02.06.2015, 5 ex.; S20, 01.09.2015, 2 ex.

***Enochrus quadripunctatus* (Herbst, 1797)**

Material examined: S4, 24.06.2014, 2 ex.; S15, 24.06.2014, 4 ex.; 30.09.2014, 5 ex.; 01.06.2015, 4 ex.; S21, 13.05.2014, 2 ex.; S5, 24.06.2014, 12 ex.; S6, 24.06.2014, 8 ex.; S7, 24.06.2014, 4 ex.; S16, 01.09.2015, 2 ex.; S25, 01.09.2015, 7 ex.; S32, 04.07.2015, 2 ex.; S38, 04.07.2015, 5 ex.; S42, 14.05.2014, 5 ex.; S43, 14.05.2014, 2 ex.; S44, 14.05.2014, 12 ex.

***Enochrus testaceus* (Fabricius, 1801)**

Material examined: S22, 02.06.2015, 2 ex.

**Genus: *Helochaeres* Mulsant, 1844*****Helochaeres lividus* (Forster, 1771)**

Material examined: S15, 24.06.2014, 10 ex.; 30.09.2014, 5 ex.; 01.06.2015, 2 ex.; 04.07.2015, 5 ex.; 01.09.2015, 2 ex.

***Helochaeres obscurus* (O. F. Müller, 1776)**

Material examined: S31, 13.05.2014, 3 ex.

**Genus: *Hydrochara* Berthold, 1827**

Remark: The members of this genus have a worldwide distribution (Hansen, 1999). Nine species (*H. affinis* Sharp, 1873, *H. caraboides* Linnaeus, 1758, *H. dichroma* Fairmaire, 1892, *H. flavipalpis* Boheman, 1851, *H. flavipes* Steven, 1808, *H. libera* Sharp, 1884, *H. semenovi* Zaitzev, 1908, *H. similis* d'Orchymont, 1919 and *H. vicina* Bameul, 1996) were known from Palaearctic region. Three of these species (*H. caraboides* Linnaeus, 1758, *H. dichroma* Fairmaire, 1892 and *H. flavipes* Steven, 1808) were also known from Turkey (Darılmaz and İncekara, 2011; Przewoźny and Fikáček, 2016). There were many samples of these species were collected in the research area. The discrimination key of Genus *Hydrochara* spp. that known from Turkey was presented below in order to simplify the identification by other researchers:

(1) Prosternal carina has not long spin posteriorly (Figure 4b) *H. flavipes*

Prosternal carina has long spin posteriorly (Figure 4a) 2

(2) In male genitalia (aedeagus), parameres are thin, long and making curve inwards and outwards (Figure 3c) *H. caraboides*

Parameres are wider in the middle and making curve outwards slightly (Figure 3b) *H. dichroma*



Figure 3. Aedeagus: a; *H. flavipes*, b; *H. dichroma*, c; *H. caraboides*.



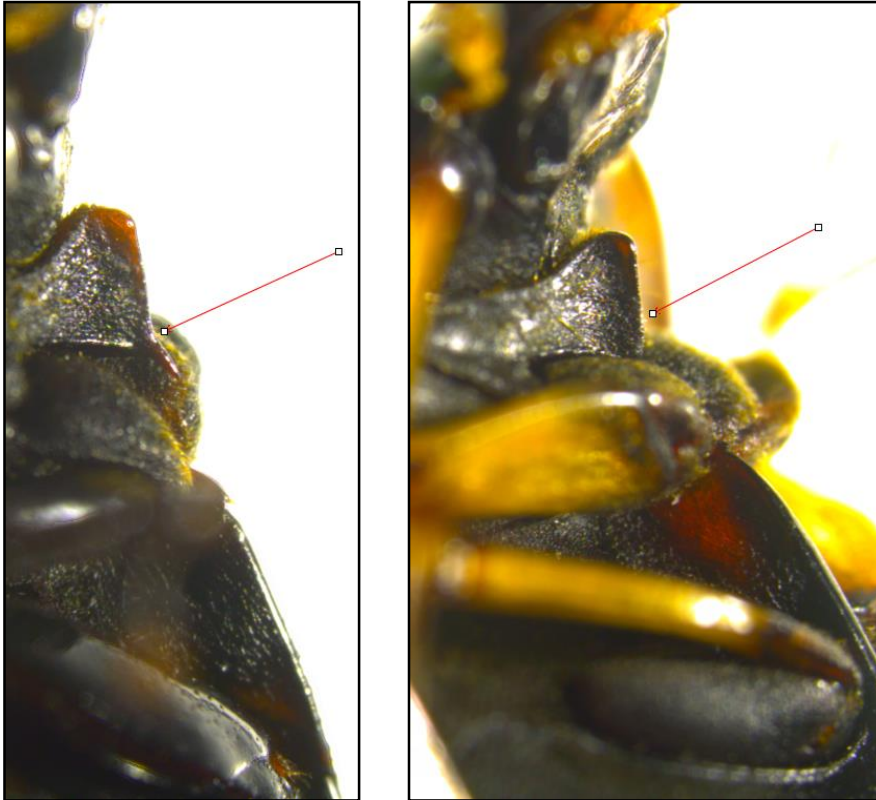


Figure 4. Spin in prosternal carina: a; *H. caraboides*, b; *H. flavipes*.

***Hydrochara caraboides* (Linnaeus, 1758)**

Material examined: S15, 24.06.2014, 4 ex.; 30.09.2014, 2 ex.

***Hydrochara dichroma* (Fairmaire, 1892)**

Material examined: S15, 24.06.2014, 2 ex.; 30.09.2014, 4 ex.; 01.06.2015, 8 ex.; 04.07.2015, 2 ex.; S43, 14.05.2014, 4 ex.

***Hydrochara flavipes* (Steven, 1808)**

Material examined: S15, 01.06.2015, 2 ex.; 30.09.2014, 3 ex.; S42, 14.05.2014, 5 ex.; S44, 14.05.2014, 4 ex.

**Genus: *Laccobius* Erichson, 1837**

***Laccobius bipunctatus* (Fabricius, 1775)**

Material examined: S4, 24.06.2014, 3 ex.; S8, 24.06.2014, 1 ex.

***Laccobius hindukuschi* Chiesa, 1966**

Material examined: S36, 13.05.2014, 2 ex.

***Laccobius sipylus* d'Orchymont, 1939**

Material examined: S37, 02.06.2015, 3 ex.; 30.09.2014, 1 ex.

***Laccobius syriacus* Guillebeau, 1896**

Material examined: S10, 24.06.2014, 2 ex.; S13, 24.06.2014, 2 ex.; S15, 24.06.2014, 3 ex.; 30.09.2014, 5 ex.; 01.06.2015, 4 ex.; 04.07.2015, 2 ex.; 01.09.2015, 1 ex.; S24, 13.05.2014, 2 ex.; S26, 13.05.2014, 4 ex.; S31, 13.05.2014, 2 ex.; S33, 13.05.2014, 2 ex.; 30.09.2014, 5 ex.; S34, 13.05.2014, 2 ex.; S36, 13.05.2014, 2 ex.; S37, 02.06.2015, 5 ex.; 30.09.2014, 5 ex.; S2, 13.05.2014, 3 ex.; S3, 13.05.2014, 3 ex.; S9, 01.06.2015, 1 ex.; S11,

01.06.2015, 2 ex.; S12, 01.06.2015, 3 ex.; S18, 01.09.2015, 3 ex.; S39, 13.05.2014, 3 ex.

***Laccobius alternus* Motschulsky, 1855**

Material examined: S10, 24.06.2014, 2 ex.

***Laccobius gracilis* Motschulsky, 1855**

Material examined: S10, 24.06.2014, 1 ex.; S13, 24.06.2014, 1 ex.; 30.09.2014, 2 ex.

**Genus: *Coelostoma* Brullé, 1835**

***Coelostoma orbiculare* (Fabricius, 1775)**

Material examined: S4, 24.06.2014, 1 ex.; S36, 02.06.2015, 2 ex.; 30.09.2014, 1 ex.; S6, 24.06.2014, 1 ex.

The most dominant species in the research area were indicated as *Helophorus micans*, *Laccobius syriacus* and *Enochrus quadripunctatus*, respectively. Furthermore, some species belong to *Hydrochara* (Coleoptera: Hydrophilidae) genus were also observed extensively in the research area. Three species (*Hydrochara caraboides*, *H. dichroma* and *H. flavipes*) of this genus were known in Turkey (Darilmaz and Incekara, 2011). More than one samples of these species were collected from the research area. The image of some morphological characters and the discrimination key were presented to facilitate the identification of these species.

The north side of the research sustained more species and samples than the south side. The reason might be the droughts and less aquatic habitats of the area.

However, the habitats with abundant species were observed in Hilvan and Siverek districts located in the north side of the city.

To the best of our knowledge, so far, there is not any study on the species of Helophoridae and Hydrochidae families in Şanlıurfa province. Two species (*Laccobius sculptus* d'Orchymont, 1935 and *Laccobius syriacus* Guillebeau, 1896) of Hydrophilidae family were reported in Şanlıurfa province before (Darılmaz and İncekara, 2011). Nonetheless, *Laccobius sculptus* d'Orchymont, 1935 was reported in Şanlıurfa province, none of the specimens of this species was found at the research area in the current study.

It was reported that Hydrophiloidea superfamily had 161 taxa (Coleoptera: Helophoridae; 51, Hydrochidae; 7 and Hydrophilidae; 103) in Turkey (Darılmaz and İncekara, 2011; İncekara et al., 2011; Taşar et al., 2012; Taşar, 2014; Polat et al., 2015, İncekara et al., 2016; Taşar, 2017). First record of *Helophorus singularis* Miller, 1881 is presented with this study from Turkey. For this reason, the number of the species of Hydrophiloidea superfamily (including Helophoridae, Hydrochidae and Hydrophilidae families) were raised to 162 taxa. In the current study, 30 taxa were identified in the studied area as follows: 10 taxa of Helophoridae, 1 taxon of Hydrochidae and 19 taxa of Hydrophilidae families. Consequently, this study presents new distributional data for Turkish Hydrophiloidea fauna. More studies are needed to establish the overall distribution of Turkish Hydrophiloidea fauna.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Author would sincerely thanks to Dr. Robert Angus for validation of *Helophorus singularis* Miller. This study was supported by Adıyaman University, project numbered: KMYOBAP-2014/0002. It was partially presented in ADYÜ-Semposium-2016, 19-20 April 2016, Adıyaman/Turkey.

## REFERENCES

- Angus RB 1992. Insecta, Coleoptera, Hydrophilidae, Helophorinae. Süswasserfauna von Mitteleuropa 20/10-2. Gustav Fischer Verlag, Jena. 144 p.
- Archangelsky M, Beutel RG, Komarek A 2016. Coleoptera, Beetles Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim) 2nd edition: Chapter 12: Hydrophiloidea Latreille, 1802 231-272 561pp, Walter de Gruyter GMBH, Berlin/Boston, Germany.
- Darılmaz MC, İncekara Ü 2011. Checklist of Hydrophiloidea of Turkey (Coleoptera: Polyphaga). Journal of Natural History, 45(11): 685-735.
- Glime JM 2015. Aquatic Insects: Holometabola-Coleoptera, Suborder Polyphaga. Chapter 11-10. In: Glime, J. M. Bryophyte Ecology. Volume 2. Bryological Interaction. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists.
- Hansen M 1987. The Hydrophiloidea (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna Entomologica Scandinavica, 18: 1-253.
- Hansen M 1991. The Hydrophiloid Beetles. Phylogeny, Classification and a Revision of the Genera. Biologiske Skrifter 40, Copenhagen, The Royal Danish Academy of Science and Letters. 368 p.
- Hansen M 1999. World Catalogue of Insects, Volume 2. Hydrophiloidea (Coleoptera). Apollo Books, Stenstrup. 416 p.
- Hansen M 2004. Hydrochidae. pp. 42-43. Catalogue of Palaearctic Coleoptera Volume 2. Apollo Books, Denmark. 942 p.
- İncekara Ü, Mart A, Polat A, Aydoğan Z, Türken H, Taşar GE, Bayram S 2011. Studies on Turkish Hydrophilidae (Coleoptera) IV. Genus *Berosus* Leach, 1817 with description of a new species: *Berosus dentalis* sp. n. Turkish Journal of Entomology, 35(2): 231-244.
- İncekara Ü, Bektas M, Taşar GE, Polat A 2016. A New Record for The Turkish Fauna (Coleoptera: Hydrophilidae), with Further Notes on The *Laccobius sinuatus* Motschulsky, 1849 and *Coelostoma transcasicum* Reitter, 1906. Turkish Journal of Science & Technology, 11(2): 21-23.
- Lawrence JF 2016. Coleoptera, Beetles Volume 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim) 2nd Edition: Chapter 2: Classification (families and subfamilies) 13-22 561pp, Walter de Gruyter GMBH, Berlin/Boston, Germany.
- Polat A, Taşar GE, İncekara Ü 2015. A New Record of *Enochrus* Thomson, 1859 (Coleoptera: Hydrophilidae) for the Turkish Fauna. Turkish Journal of Science & Technology, 10(1): 9-12.
- Przewoźny M, Fikáček M 2016. Catalogue of Palearctic Hydrophiloidea (Coleoptera). Internet version 2016-01-01. Available from: <http://www.waterbeetles.eu>. (Accessed time: 06.08.2016, 21:59).
- Slipinski SA, Leschen RAB, Lawrence JF 2011. Order Coleoptera Linnaeus, 1758. In animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (ed. Z.-Q. Zhang). Zootaxa 3148: 203-208.
- Smetana A 1985. Revision of the subfamily Helophorinae of the Nearctic region (Coleoptera: Hydrophilidae). Memoirs of the Entomological Society of Canada, 131: 1-154.
- Stals R 2008. Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa, Volume 10: Coleoptera (Ed: R. Stals & IJ de Moor) Chapter 12: Helophoridae, 113-116, 263pp, Republic of South Africa.
- Taşar GE, Polat A, Darılmaz MC, Türken H, Aydoğan Z, İncekara Ü, Kasapoğlu A 2012. A good sample to concurrent fauna: study on aquatic Coleoptera fauna (Adephaga and Polyphaga) of Lake Van



- Basin (Turkey), with some zoogeographic remarks. *Journal of the Entomological Research Society*, 14(2): 27-37.
- Taşar GE 2014. The occurrence of the subgenus *Methyrus* Rey, 1885 in Turkey (Coleoptera: Hydrophilidae, *Enochrus*) with taxonomic and distributional notes. *Munis Entomology & Zoology*, 9(1): 478-482.
- Taşar GE 2017. Hydrophiloidea (Coleoptera: Helophoridae, Hydrochidae and Hydrophilidae) Fauna of Adıyaman Province. *KSU Journal of Naturel Sciences*, 20(2): 103-110.

## *Modicogryllus truncatus* (Tarbinsky, 1940)'un (Orthoptera: Gryllidae) Büyümesi ve Üremesi Üzerine Değişik Besinlerin Etkileri

Semta KAÇAR<sup>1</sup> , Mehmet BAŞHAN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Mardin Artuklu Üniv. Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mardin, <sup>2</sup>Dicle Üniv. Fen. Fakültesi, Biyoloji Böl. Diyarbakır

✉: semrakacar21@gmail.com

### ÖZET

*Modicogryllus truncatus* (Tarbinsky, 1940) 'un büyümesi ve üremesi üzerine çeşitli besinlerin etkileri araştırıldı. Bu çalışmada, yapısı kimyasal olarak bilinen besinden herhangi bir bileşenin çıkartılmasıyla hazırlanan yeni bir besinle böceğin laboratuvar koşullarında yetiştirilmesine dayanan metod kullanılmıştır. Bunun için, nimfler ergin oluncaya kadar maruldan oluşan stok kültür ortamı, yağsız ve buğday tohum yağı içeren sentetik besinler olmak üzere üç farklı besin ortamında yetiştirilmiştir.

Marulla beslenen nimflerin 30. günde ortalama vücut ağırlıkları ile dişi ve erkek nimflerin 60. gündeki ve erkeklerin 90. gündeki ortalama ağırlıkları; diğer iki sentetik besinle beslenenlerden yüksek olurken, yağsız ve buğday tohum yağlı sentetik besinlerle beslenen örneklerin ortalama vücut ağırlıkları benzer bulunmuştur. Böceklerin, yağsız yapay besinle iki nesil başarılı bir şekilde büyüdükleri gözlenmiştir.

E vitamini içeren yağsız besin ve buğday tohum yağı içeren besinlerde dişilerin bıraktığı yumurtalardan nimf çıkış yüzdesi birbirine yakın olmuştur. Bu sonuçlara göre *M. truncatus* yağsız sentetik besin üzerinde büyüüp üreyebildiği görülmüştür.

DOI:10.18016/ksudobil.301486

### Makale Tarihçesi

Geliş : 28.03.2017

Kabul : 05.06.2017

### Anahtar Kelimeler

*Modicogryllus truncatus*, büyüme ve üreme, değişik besinler

### Araştırma Makalesi

## The Effects of Various Diets on the Growth and Reproduction of *Modicogryllus truncatus* (Tarbinsky, 1940) (Orthoptera: Gryllidae)

### ABSTRACT

The effects of various diets on the growth and reproduction of *Modicogryllus truncatus* (Tarbinsky, 1940) were investigated. The method, based on rearing of the insects on a new diet prepared by discarding one of components from known chemical diet under laboratory condition was used in this study. For this, nymphs were reared separately on three different diets such as stock culture medium containing lettuce, fat-free artificial diet and artificial diet containing wheat germ oil until reaching the adult stage.

Average body weights in 30-days old nymphs and 60-days old male and female nymphs and 90-days old male nymphs reared on lettuce were higher than those reared separately on two synthetic diets. However, average body weights of nymphs reared on fat-free artificial diet and artificial diet containing wheat germ oil were similar. Insects were reared successfully through two generations on fat-free artificial diet.

The hatching percentage of eggs laid by the females reared together with the males on fat-free diet containing vitamin E and wheat germ oil were similar to each other. Based on these results, *M. truncatus* reared on fat-free artificial diet can successfully grow and reproduce.

### Article History

Received : 28.03.2017

Accepted : 05.06.2017

### Keywords

*Modicogryllus truncatus*, growth and reproduction, various diets

### Research Article

## GİRİŞ

Daha önce yapılan çalışmalarda, yaklaşık olarak 50 tür böceğin fizyolojik fonksiyonları yerine getirebilmesi için aşırı doymamış yağ asitlerine ihtiyaç duyduğu saptanmıştır (Dadd, 1981). Yağların böcek biyokimyasında hormonlar, yapısal bileşikler ve enerji kaynağı olarak rol oynadıkları bilinmektedir. Yağ asitleri mumların, feromonların ve eikosanoidlerin biosentezinde öncü rol oynamaktadır (Wakayama ve ark., 1980).

Temel yağ asidi eksikliğinde; pupa ya da ergin dönemde lepidopterlerin deri değişiminde başarısız oldukları, larval gelişimde ise gecikme meydana geldiği rapor edilmiştir (Fraenkel ve Blewett, 1946; 1947). Hymenopterlerde pupa ve ergin oluşumunda başarısızlık meydana gelmiştir (Yazgan, 1972; Thompson, 1981). Orthopterler, hemimetabol olmalarına ve pupa evresine sahip olmamasına rağmen akrididlerde nimfal gelişim gecikmiş, son deri değişiminde deforme erginler ortaya çıkmıştır (Dadd, 1963; Nayar, 1964). Hamamböceği *Blattella germanica* (L.)'da larval gelişim normal bulunmuş, fakat dişileri deforme ooteka oluşturmuş, ikinci nesil zayıf ve kısa yaşamlı nimflerden meydana gelmiştir (Gordon, 1959). Ancak daha sonraki çalışmalarda, Hamam böceklerinden (Blattodea); *Periplaneta fuliginosa* (Serville), *P. japonica*, (Cripps ve ark., 1986), Çekirgelerden (Orthoptera); *Teleogryllus commodus* (Stanley-Samuels ve ark., 1986), *Melanogryllus desertus*, (Başhan ve Çelik, 1995) Yarımkanatlılardan (Hemiptera); *Myzus cerasi*, *Prociphilus fraxinifolly*, *Planococcus citri*, (Cripps ve ark., 1986), *Bemisia argentifolii* (Buckner ve Hagen, 2003) ve Eşkanatlılardan (Homoptera); *Acyrtosiphon pisum* (De renobales ve ark., 1986) Termitlerden (Isoptera); *Coptotermes formosanus*, *Reticulitermes flavipes* (Mauldin, 1982) Sinir kanatlılardan (Neuroptera); *Chrysopa carnea* (Cripps ve ark., 1986)'nın temel yağ asitlerine fizyolojik olarak gereksinim duymadıkları saptanmıştır.

*Modicogryllus truncatus*, özellikle tarımsal alanlardaki sulama kanallarının ve arkların, baraj ve göllerin etrafında, üzerinde bitki örtüsünün ya hiç bulunmadığı veya çok seyrek bulunduğu yumuşak ve nemli topraklarda, çeltik yetiştirilen alanlarda tavalar arasındaki setlerde açtıkları küçük deliklerin içlerinde gizlenmektedirler. Türkiye'nin tüm bölgelerinde, yaygın ve yoğun olarak bulunan bu türe ait bireylerin deniz seviyesinden 10-1600 m yüksekliğindeki alanlarda yaşadıkları saptanmıştır. Erginler, mayıs ayının ilk haftasından itibaren görünürler. Ağustos'un ikinci haftasından itibaren de ortadan kaybolurlar (Gümüştü, 1978).

*M. truncatus*'un varlığı, Romanya, Yugoslavya, Bulgaristan (Kis, 1967; Harz, 1969) ve Türkiye'den ise Ankara, Erzurum, Erzincan, Artvin, Ağrı, Kırşehir, Eskişehir, Yozgat, Edirne, Samsun, Ordu, Giresun,

Mardin, Elazığ ve Tunceli'den bilinmektedir. Bu tür; Karadeniz, Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde oldukça yaygındır (Gümüştü, 1978).

Gryllidae familyasının diğer üyeleri gibi *M. truncatus*'ta toprak içerisindeki tohumları, gelişen filizleri yemek suretiyle, hububat ekili alanlarda genç bitkilere zarar verir. Dünyada bu zararlının biyolojisi, ekolojisi ve fizyolojisi üzerine pek az çalışma yapılmıştır. Bu zararlı türün verdiği zararı ve besinsel açıdan lipid ihtiyacını gözlemlemek amacıyla laboratuvar şartlarında üretilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada *M. truncatus*'un büyümesi ve üremesi üzerine yapay yağsız besinin etkisi araştırılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Örneklerin toplanması ve kültüre alınması

Stok kültür olarak kullanılan *M. truncatus* nimfleri, Dicle Nehri kıyısındaki tarımsal kültür alanlarından (37° 54' 46" kuzey paralelleri, 40° 14' 54" doğu meridyenleri) toplanarak laboratuvarında sıcaklığı 30±2°C ve % 50±5 bağıl nem içeren ve 10 saat fotoperiyot uygulanan bir iklim odasında, üstü tülbentle örtülmüş 20x20 cm ebatlarında plastik kaplarda yetiştirilmiştir. Nimflerin deri değiştirmelerini ve saklanmalarını kolaylaştırmak amacıyla kapların tabanına kum ve gelişigüzel katlanmış kağıt parçaları konulmuştur.

Nimflere stok kültür besini olarak marul verilmiş, su ihtiyacı ise; musluk suyu ile ıslatılmış büyük pamuk yumaklarının kaplara bırakılmasıyla sağlanmıştır.

*M. truncatus* yumurtalarını elde etmek amacıyla kaplara yumurtlama kabı olarak içinde ıslak kum bulunan 10x2 cm ebatlarındaki petri kutusu bırakılmıştır. Yumurtlama kabı bırakıldıktan 24 saat sonra alınıp içindeki kum bir kurutma kağıdı üzerine yayılarak kuruması sağlanmış ve 2.2 mesh (loyka marka) kalınlığında bir elekten geçirilerek yumurtalar ayıklanmıştır. Ayıklanan yumurtalar, içerisinde nemlendirilmiş kum bulunan 100 ml'lik behere konulmuş ve inkübasyon süresi boyunca kumun nemliliğinin devamını sağlamak amacıyla behere ıslak bir pamuk konulmuştur. Behere, üzerinde küçük delikler bulunan bir naylon ile örtüldükten sonra 30±1°C'ye ayarlı etüve konularak inkübasyona bırakılmıştır. Ortalama 12 günlük inkübasyon süresinden sonra yumurtadan çıkan nimfler hemen 20x20 cm ebatlarındaki plastik deney kaplarına alınmıştır. Bir deney grubuna sadece marul, diğerine bileşimi Çizelge 1'de verilen buğday tohum yağı içeren yapay besin, bir başka deney grubuna ise yağsız yapay besin verilmiştir. Her deney grubu için 10 nimf kullanılmış deneyler üç kez tekrar edilmiştir.

### Yapay Besinlerin Bileşimi ve Hazırlanması:

Deneylerimizde kullandığımız temel yapay besin (kontrol besini) kazein, glukoz, suda eriyen vitamin karışımı, inorganik tuz karışımı, buğday tohum yağı,

kolesterol ve selülozdan oluşmaktadır. Bu besin karışımından buğday tohum yağı çıkarılıp E vitamini eklenerek yağsız yapay besin hazırlanmıştır. Besinlerin bileşimi Çizelge 1'de verilmiştir.

Yapay besine karışım halinde eklediğimiz besin bileşenlerinden suda eriyen vitamin karışımı ve inorganik tuz karışımı önceden stok karışımlar şeklinde hazırlanmıştır. Bu stokların hazırlanmasında aşağıdaki yöntemler uygulanmıştır.

#### Suda eriyen vitaminlerin hazırlanması

Deneylerimizde kullanılan stok suda eriyen vitamin karışımı, McFarlane ve ark. (1959)'nın kullandığı karışımdan bazı değişiklikler yapılarak hazırlanmış olup aşağıdaki vitaminleri mg olarak içermektedir: Tiamin-HCl, 125.00; ribofilavin, 62.50; nikotinik asit, 250.00; pridoksin-HCl, 62.50; Ca,pantotenat, 125.00; kolin klorür, 2500.00; inositol, 5000.00; folik asit, 12.50; biotin, 1.25; p-aminobenzoik asit, 125.00.

Çizelge 1. *Modicogryllus truncatus*'un beslenmesinde kullanılan temel yapay (kontrol) besin ile yağsız besinin bileşimi

Besin Bileşeni	gr/100 gr Besin	
	Kontrol Besini	Yağsız Besin
Kazein(Vitaminsız)	40.00	40.00
Glukoz	20.00	20.00
Vitamin Karışımı*	0.33	0.33
Tuz Karışımı	4.00	4.00
Buğday Tohum Yağı**	2.00	-
Kolesterol	1.00	1.00
Selüloz	32.67	32.67

\*: Besine 1ml çözelti halinde eklenmiştir.

\*\* : Besine 2.1 ml olarak katılmıştır.

Yağsız besine 8.4 µl E vitamini katılmıştır.

Hassas bir şekilde tartılan vitaminler 25 ml'lik balon jöjeye kondu ve üzerine az bir miktar damıtık su ilave edilerek çözümleri sağlandı. Daha sonra damıtık su ilavesiyle çözeltinin hacmi 25 ml'ye tamamlandı. Hazırlanan stok çözelti kullanılıncaya kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Vitamin çözeltisi besine ilave edilmeden önce 40°C'lik sıcak su banyosunda bir süre bekletildikten ve son bir kez daha manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra 1 ml'lik çözelti halinde besine ilave edilmiştir.

#### İnorganik tuz karışımının hazırlanması:

Stok inorganik tuz karışımı hazırlamak için: 105.00 gr NaCl; 120.00 gr KCl; 310.00 gr KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 148.30 gr CaHPO<sub>4</sub>; 210.00 gr CaCO<sub>3</sub>; 90.50 gr MgSO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O; 14.70 gr FePO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O; 0.23 gr MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O; 0.55 gr ZnCO<sub>3</sub>; 0.77 gr CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O porselen bir potaya konulmuş ve üzerine 200 ml sıcak saf su ilave edildikten sonra karıştırılarak tuzların çözünmesi

sağlanmıştır. Daha sonra pota, suyun tamamen buharlaştırılmasını sağlamak amacıyla 24 saat süreyle 150°C ye ayarlı etüvde bekletilmiştir. Suyu tamamen buharlaşan tuz karışımı havanda iyice dövülerek toz haline getirilmiş ve kullanılıncaya kadar nemsiz bir ortamda saklanmıştır.

#### Temel yapay besinin (Kontrol besini) hazırlanması

Kazein (ICN, %99 saf), glukoz, inorganik tuz karışımı ve selüloz (Sigma-Aldrich, %99 saf) Çizelge 1'de belirtilen miktarlarda alınıp bir beherde iyice karıştırılmış ve karışıma ayrı bir kapta kloroformda eritilen kolesterol (Sigma-Aldrich, %99 saf), E-vitamini (8.4 µl/ 100 gr besin) ve buğday tohum yağı (2 gr/100 g besin) eklendikten sonra kloroformun uçmasını ve karışımın homojenliğini sağlamak amacıyla uzun bir süre karıştırılmıştır. Son olarak vitamin çözeltisi ilave edildikten sonra karışım 30 dakika boyunca porselen spatül ile yeniden karıştırılmıştır. Hazırlanan besin, +4 °C'de suyunu tamamen kaybedinceye kadar buzdolabında desikatör içinde bekletilmiştir. Tamamen kuru bir hal alan besin ağzı iyice kapanan renkli bir şişede buzdolabında saklandı.

Deneylerimizde *M. truncatus* nimflerinin büyüme, hayatta kalma ve nimf gelişme süresine farklı besin bileşenlerinin etkisini saptamak amacıyla kontrol besini dışında yağsız besin ve stok besin hazırlanmıştır.

#### Verilerin değerlendirilmesi

Değişik besin bileşenlerinin *M. truncatus* nimfleri üzerindeki etkilerini incelemede nimflerin belli zaman periyodundaki ortalama vücut ağırlıkları ile nimf gelişme süreleri ve hayatta kalma yüzdeleri gibi değişkenler göz önünde tutulmuştur. Bu amaçla denenecek her bir besin için aynı gün yumurtadan yeni çıkmış ve besin almamış 30 nimf, her birine 10 nimf olmak üzere 20 cm çapında ve 20 cm yüksekliğindeki 3 plastik kavanoza aktarılmıştır.

Nimfler yumurtadan çıkıp deneye alındıktan 30. 60. ve 90. günler sonunda hassas terazide (Shimadzu BL-3200H) birer birer darası alınmış kapalı bir beher içinde tartılıp ortalama vücut ağırlıkları bulunmuştur. Böceğin hayatta kalma yüzdesi ise deney periyodu sonunda yaşayan fertlerin başlangıç sayılarına göre yüzdesi hesaplanmak suretiyle saptanmıştır. Nimflerin eşey ayırımını yumurtadan çıktıktan 60 gün sonra tam olarak tespit edebildiğimiz için 30. gündeki ortalama vücut ağırlıkları eşey ayırımı yapılmadan verilmiştir (Gümüşsuyu, 1981).

Farklı besinlerle beslenen böceklerin ortalama vücut ağırlıklarının istatistiksel olarak karşılaştırılmasında, SPSS bilgisayar programı kullanılmıştır. İki grubun karşılaştırılması *t*-testi ile, ikiden fazla grubun karşılaştırılması, varyans analizi (Snedecor ve

Cochran, 1967) ile yapılmıştır. Ortalamalar arası farkı saptamak için Duncan'ın (1955) "Multiple Range" testi kullanılmıştır. Yapılan istatistikler sonucu, veriler  $p < 0.05$  düzeyinde olduğu zaman farkların önemli olduğu kabul edilmiştir.

## SONUÇLAR

### Farklı besinlerin *M. truncatus*'un büyümesi üzerine etkisi

Değişik besinlerle; yağsız besinin *M. truncatus*'un büyümesi üzerine etkisini denemek için, maruldan oluşan doğal stok besin, buğday tohum yağı içeren kontrol besini ve yağ içermeyen yapay besinler kullanılmıştır. Marulla beslenen böceklerin 30. gündeki ortalama vücut ağırlıkları, 60. gün erkek ve dişilerin ortalama ağırlıkları, 90. gündeki erkeklerin ortalama ağırlıkları, diğer iki yapay besinle beslenenlere oranla istatistiksel bakımdan önemli olacak şekilde daha fazla bulunmuştur. Fakat sentetik besinler olan buğday tohum yağı içeren kontrol besini ile yağsız besinle ayrı ayrı beslenen böceklerin anılan zamanlardaki ortalama vücut ağırlıklarında istatistiksel olarak bir fark saptanmamıştır ( $p > 0.05$ ). (Çizelge 2 ve 3).

Değişik besinlerle beslenen böceklerin, erkek ve dişi ergin vücut ağırlıkları bakımından her üç besin grubunda da istatistiksel bir fark belirlenmemiştir. ( $p > 0.05$ ). Ancak, stok besinle beslenen erkek ve dişilerin, diğer iki sentetik besinle beslenenlere göre daha erken ergin oldukları görülmüştür (Çizelge 4).

### Yağsız besinin *Modicogryllus truncatus*'un birinci ve ikinci nesil bireylerinin büyümesi üzerine etkisi

Yağsız besinin, bir sonraki kuşak olan ikinci nesil böceklerinin büyümesi üzerine etkisini incelemek için yağsız besinle beslenen birinci ve ikinci nesil böceklerin değişik zamanlardaki ağırlıkları karşılaştırılmıştır.

Yağsız besinle beslenen ikinci nesil nimflerin 30. gün vücut ağırlıklarının, birinci nesil yağsız besinle beslenen nimflerin vücut ağırlıklarına oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Altmışını ve 90. gündeki birinci ve ikinci nesil erkek ve dişilerin vücut ağırlıklarında istatistiksel olarak önemli fark saptanmamıştır (Çizelge 6). ( $p > 0.05$ ).

Birinci ve ikinci nesil erkek böceklerin ergin vücut ağırlıklarında önemli bir fark elde edilmemiştir. ( $p > 0.05$ ). Fakat birinci nesil dişilerin ergin ağırlıklarının, ikinci nesil dişilerin ağırlıklarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir. İkinci nesil erkek ve dişi bireylerin daha kısa zamanda ergin oldukları görülmüştür (Çizelge 7).

### Yağsız besinin *Modicogryllus truncatus*'un üremesi üzerine etkisi

Deney sonuçlarımızdan elde edilen verilere göre yağsız besinin *M. truncatus*'un üremesi üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı, preovipozisyon süresi ile yumurtaların açılma oranının buğday tohum yağı içeren kontrole yakın olduğu saptanmıştır (Çizelge 8). ( $p > 0.05$ ).

Çizelge 2. Farklı besinlerle beslenen *Modicogryllus truncatus* nimflerinin 30. günlerdeki ortalama vücut ağırlıkları (\*)

Besin	Başlangıç nimf sayısı	30. gün	
		nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.
Doğal Besin	30	28	18.82±1.31a
Kontrol Besini	30	28	6.49±0.56b
Yağsız Besin	30	28	5.70±0.42b

\*Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler birbirinden farklıdır.  $P > 0.05$

Çizelge 3. Farklı besinlerle beslenen *Modicogryllus truncatus* erkek ve dişi nimf ve erginlerinin 60. ve 90. ortalama ağırlıkları ve hayatta kalma oranları (\*)

Besin	Başlangıç nimf sayısı	60. gün				90. gün				Hayatta kalma oranı (%)
		Erkek		Dişi		Erkek		Dişi		
		Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	
Doğal Besin	30	15	69.65±4.06a	10	72.86±4.57a	15	115.14±3.84a	7	117.18±6.86a	73.33
Kontrol Besini	30	10	40.4±4.25b	13	53.8±5.34b	9	99.15±5.04b	13	113.92±9.03a	73.33
Yağsız Besin	30	14	42.10±2.63b	10	47.89±4.19b	13	95.75±6.83b	10	99.78±4.01a	76.66



Çizelge 4. Farklı besinlerle beslenen *Modicogryllus truncatus*'un ortalama ergin ağırlıkları ile erginleşme süresi (\*)

Besin	Erkek			Dişi		
	Ergin sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf gelişme süresi (gün) ±S.H	Ergin sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf gelişme süresi (gün) ±S.H
Doğal Besin	14	121.78±3.33a	99.50±3.49a	7	144.30±3.89a	99.28±2.83a
Kontrol Besini	7	133.88±7.00a	120.28±6.37b	10	162.76±9.99a	121.5±5.82b
Yağsız Besin	11	121.51±4.04a	114.9±2.79b	9	157.7±5.66a	119.75±4.85b

\*Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler birbirinden farklı değildir. P>0.05

Çizelge 5. Yağsız besinlerle beslenen *Modicogryllus truncatus* 1. ve 2. nesil nimflerinin 30. günlerdeki ortalama vücut ağırlıkları (\*)

Nesil	Başlangıç nimf sayısı	30. gün	
		Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.
1. Nesil	30	28	5.70±0.42a
2. Nesil	30	20	9.54±0.57b

\*Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler birbirinden farklı değildir. P>0.05

Çizelge 6. Yağsız besinlerle beslenen *Modicogryllus truncatus*'un 1. ve 2. nesil erkek ve dişi nimf ve erginlerinin 60. ve 90. günlerdeki ortalama ağırlıkları ve hayatta kalma oranları (\*)

Nesil	Başlangıç nimf sayısı	60. gün				90. gün				Hayatta kalma oranı (%)
		Erkek		Dişi		Erkek		Dişi		
		Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	
1. Nesil	30	14	42.10±2.63a	10	47.89±4.19a	13	95.75±6.83a	10	99.78±4.01a	76.66
2. Nesil	30	9	43.14±2.85a	8	52.43±3.65a	7	96.98±7.37a	8	105.31±6.63a	50.00

\*Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler birbirinden farklı değildir. P>0.05

Çizelge 7. Yağsız besinlerle beslenen *Modicogryllus truncatus*'un 1. ve 2. nesil bireylerinin ortalama ergin vücut ağırlıkları ile nimf gelişme süresi (\*)

Nesil	Erkek			Dişi		
	Ergin sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf gelişme süresi(gün) ORT ±S.H.	Ergin sayısı	Vücut ağırlığı (mg) ORT±S.H.	Nimf gelişme süresi(gün) ORT ±S.H.
1. Nesil	11	121.51±4.04a	114.9±2.79a	9	157.7±5.66a	119.75±4.85a
2. Nesil	6	118.45±4.93a	104.83±4.55b	7	134.54±7.11b	104.57±4.52b

\*Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler birbirinden farklı değildir. P>0.05

Çizelge 8: Farklı besinlerle beslenen *Modicogryllus truncatus* dişilerinin preovipozisyon (yumurtlama öncesi) süresi, yumurta gelişme süresi ile yumurtaların açılma oranı

Besin	Preovipozisyon süresi (Ortalama*±S.H.)&	Yumurta gelişme süresi (Ortalama*±S.H.)&	Yumurtaların açılma oranı (Ortalama*±S.H.)&
Doğal	8.2±1.39a	10.2±0.58a	85±1.13a
Kontrol	8.2±1.15a	10.6±0.67a	82.8±0.58a
Yağsız	8.4±1.21a	10.8±0.73a	80.8±0.86a

&: Aynı sütunda aynı harfle belirtilen değerler birbirinden farklı değildir. P>0.05

\*: Her veri 5 tekrarın ortalamasıdır.

## TARTIŞMA

Çalışılan böceklerin çoğu temel yağ asitlerine ihtiyaç duymaktadır. Yağsız besinle yetiştirilen böceklerin bazıları ergin olamamakta bazıları ise nimfal

gelişim oldukça düşüktür. Fakat Orthoptera takımının, Gryllidae familyasından *A. domesticus* (Meikle ve McFarlane, 1965) ve *M. desertus* (Başhan ve Balcı, 1994) nimfleri yağsız besinle beslenmelerine

rağmen nimfal gelişmenin oldukça iyi olduğu ve normal erginlerin meydana geldiği rapor edilmiştir.

Herhangi bir besin bileşeninin böceğin büyümesi üzerine etkisini saptamak için kullanılan yöntemlerden biri de ilgili besin bileşenlerinin besinden çıkarılmasıyla hazırlanan yapay besinin böceğin beslenmesinde kullanılmasıdır (Canavoso ve ark., 2001).

Mevcut çalışmamızda; yağsız besinin *M. truncatus*'un büyümesi üzerine etkisini saptamak için, stok kültürdeki dişilerin bıraktığı yumurtadan çıkan nimfleri ergin oluncaya kadar yağsız sentetik besin üzerinde yetiştirilmiştir. Elde edilen verilere göre, buğday tohum yağı içeren besinle beslenen böceklerden elde edilenlerle karşılaştırıldığında yağsız besinle beslenen nimflerin ortalama vücut ağırlıklarının, erginlerin ergin ağırlıklarının ve nimf gelişme sürelerinin Gümüşsuyu (1981)'nin da belirttiği gibi normal olduğu bulunmuştur. Elde ettiğimiz bu bulgular, çalışma materyalimiz olan böceklerle aynı familyadan olan *A. domesticus* ve *M. desertus*'tan elde edilenlere uygunluk göstermiştir.

Blattodea takımından *B. germanica* üzerinde yapılan çalışmada, böceklerin nimflerinin yağsız besin üzerinde büyüyüp ergin hale geldikleri, fakat dişilerin bıraktığı yumurtalardan çıkan nimflerin, kısa yaşamlı oldukları saptanmıştır (Gordon, 1959; Dadd, 1985). Buna göre, yağsız besinin bu böceğin büyümesi üzerinde olumsuz etki yaptığı görülmüştür. Çalışmamızda, yağsız besinin böceklerin büyümesi üzerine etkisi de araştırılmıştır. Ancak böceklerin ortalama ağırlıkları bakımından önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır.

Sonuçlarımızdan elde edilen verilere göre yağsız besinin *M. truncatus* üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, preovipozisyon süresi ile yumurtaların açılma oranının buğday tohum yağı içeren kontrol besinine yakın olduğu saptanmıştır. Yağsız besinle elde ettiğimiz tüm veriler, *M. truncatus*'un aynı familyadan olan *M. desertus* ve *A. domesticus* gibi büyüme ve üreme için yağa gereksinim duymadığını göstermiştir.

## KAYNAKLAR

Başhan M, Balcı K 1994. Buğday Tohum Yağı, E Vitamini ve Bazı Yağ Asitlerinin *Melanogryllus desertus* Pall.'un Üremesine Etkileri. Turkish Journal of Zoology, 18: 147-151.

Başhan M, Çelik S 1995. Linoleic Acid Biosynthesis in the Black Cricket *Melanogryllus desertus* Pall., Turkish Journal of Biology, 19: 391-397.

Buckner JS, Hagen MM 2003. Triacylglycerol and Phospholipid Fatty Acids of the Silverleaf Whitefly: Composition and Biosynthesis, Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 53: 66-79.

Canavoso LE, Jouni ZE, Karnas KJ, Pennington JE, Wells MA 2001. Fat Metabolism in Insect. Annual

Review of Nutrition, 21: 23-46.

Cripps C, Blomquist GJ, De Renobales M 1986. *De novo* Biosynthesis of Linoleic Acid in Insects. Biochimica et Biophysica Acta, 876: 572-580.

Dadd RH 1963. Feeding Behaviour and Nutrition in Grasshoppers and Locusts. Advances in Insect Physiology, 1: 47-109.

Dadd RH 1981. Essential Fatty Acids for Mosquitoes, other Insects and Vertabrates In Current Topics in Insect Endocrinology and Nutrition. Edited by G. Bhaskaran, S. Friedman and J.G. Rodriguez. Plenum Pres, New York. p.189-214.

Dadd RH 1985. Nutrition: Organisms. In Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology (G. A. KERKUT and L. I. GILBERT., editör) Pergamon Pres, Oxford. pp. 313-390.

De Renobales M, Ryan RO, Heisler CR, Mclean DL, Blomquist GJ 1986. Linoleic acid Biosynthesis in the Pea Aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris). Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 3: 193-203.

Duncan DB 1955. Multiple Range and Multiple F Test, Biometrics, 11, 1-14.

Fraenkel G, Blewett M 1946. Linoleic Acid, Vitamin E and other Fat-Soluble Substances in the Nutrition of Certain Insects, (*Ephestia kuehniella*, *E. elutella*, *E. cautella* and *Plodia interpunctella* (LEP), Journal of Experimental Biology, 22: 172-190.

Fraenkel G, Blewett M 1947. Linoleic Acid and Arachidonic Acid in the Metabolism of the Insects *Ephestia kuehniella* and *Tenebrio molitor*. Biochemical Journal, 41: 475-478.

Gordon HT 1959. Minimum Nutritional Requirements of the German roach, *Blatella germanica* L. Annals of the New York Academy of Science, 77: 290-351.

Gümüşsuyu İ 1978. Türkiye Gryllidae (Orthoptera) Faunası Üzerinde Sistemantik Çalışmalar ile Türlerin Habitat ve Davranışlarına Ait Gözlemler. (Basılmamış Doç. tezi).

Gümüşsuyu 1981. Orta Anadolu Bölgesinde Bulunan Gryllidæ (Orthoptera) Türlerinin Biyolojik Gözlemleri ve Habitat Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 21(1):18-39.

Harz K 1969. The Orthoptera of Europe. Dr. W. Junk N. V, The Hague. 1, 749.

Kis B 1967. *Gryllus (Modicogryllus) chopardi*. Eine Neue Orthopteren Art Aus Rumanien. Reichenbachia, Mus Tierk Dresden, 8 (32): 267-270.

Mauldin JK 1982. Lipid Synthesis from [<sup>14</sup>C]- Acetate by two Subterranean Termites, *Reticulitermes flavipes* and *Coptotermes formosanus*, Insect Biochemistry, 12: 193-199.

McFarlane JE, Neilson B, Ghourı ASK 1959. Artificial Diets for the House Cricket, *Acheta domesticus* (L), Canadian Journal of Zoology, 37: 913-916.

Meikle JES, McFarlane JE 1965. The Role of Lipid in the Nutrition of the House Cricket, *Acheta*

- domesticus* L. (Orthoptera:Gryllidae), Canadian Journal of Zoology, 43: 87-98
- Nayar JK 1964. The Nutritional Requirements of Grasshoppers. I. Rearing of the Grasshoppers, *Melanoplus bivittatus* (Say), on a Completely Defined Synthetic Diet and some Effects of Different Concentrations of B- Vitamin Mixture, Linoleic Acid, and  $\beta$ -Carotene, Canadian Journal of Zoology, 42: 11-22.
- Snedecor GW, Cochran WG 1967. Statistical Methods, 6<sup>th</sup> ed., Ames. Iowa. U.S.A., Iowa State University Press. p. 593.
- Stanley-samuels DW, Loher W, Blomquist GJ 1986. Biosynthesis of Polyunsaturated Fatty Acids by the Australian Field Cricket, *Teleogryllus commodus*. Insect Biochemistry, 16: 387-393.
- Thompson SN 1981. The Nutrition of Parasitic Hymenoptera. Proc. IXth Int. Congr. Plant Protection. 1, 93-96.
- Yazgan S 1972. A Chemically Defined Synthetic Diet and Larval Nutritional Requirements of the Endoparasitoid *Itoplectis conquisitor* (Hymenoptera), Journal of Insect Physiology, 18: 2123-2141.
- Wakayama EJ, Dillwith JE, Blomquist G 1980. In Vitro Biosynthesis of Prostaglandins in the Reproductive Tissues of the Male House Fly *Musca domestica* (L.). American Zoologist Abstract, 1010.

## Borik Asit'in Farklı Gelişim Evrelerindeki *Drosophila melanogaster*'in Dış İskeleti Üzerine Etkisi

Eda GÜNEŞ<sup>1</sup>, Durmuş SERT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi Turizm Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Konya, <sup>2</sup>Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya

✉: egunes@konya.edu.tr

### ÖZET

Hedef olmayan organizmalar üzerinde daha az toksik etkiye sahip insektisit kullanımı, tarımsal zararlılarla mücadelede yaygınlaşmaktadır. Eklembacaklı canlılarda kutikül adı verilen koruyucu bir dış iskelet bulunmaktadır. Çalışmamızda, *Drosophila melanogaster*'in larva, pupa ve ergin gelişimi boyunca dış iskelete Borik asit (BA)'in etkisini anlamak için tekstür analizi tekniği kullanılmıştır. Pup ve larva periyodunun aksine, BA dozajı ne kadar yüksek olursa sertlik o kadar artmıştır. Bu çalışma ile, tek başına kullanımı uygun olmasa da tekstür analizi gibi yaklaşımların biyolojik örneklerin analizinde uygulanabilir ek bir yöntem olduğunu göstermiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.309374

### Makale Tarihçesi

Geliş : 27.04.2017

Kabul : 29.05.2017

### Anahtar Kelimeler

Borik asit,  
tekstür,  
*Drosophila melanogaster*,  
gelişim

### Araştırma Makalesi

## The Effect of Boric Acid on The External Skeleton of *Drosophila melanogaster* at Different Developmental Stages

### ABSTRACT

The use of insecticides with less toxic effect on non-target organisms are widely used to combat agricultural pests. Arthropods have a protective exoskeleton called cuticle. In our study, a texture analysis technique was used to identify the effect of Boric acid (BA) during development on the larval, pupal and adult exoskeleton of *Drosophila melanogaster*. Unlike the pupal and larval period, the higher the dosage of the BA, the more the stiffness were observed. This study has shown that such as textural analysis approaches are an additional method for analyzing biological samples, although not suitable for use alone.

### Article History

Received : 27.04.2017

Accepted : 29.05.2017

### Keywords

Boricacid,  
Texture,  
*Drosophila melanogaster*,  
Development

### Research Article

**To Cited** :Güneş E, Sert D 2018. Borik Asit'in Farklı Gelişim Evrelerindeki *Drosophila melanogaster*'in Dış İskeleti Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):126-130, DOI:10.18016/ksudobil.309374.

### GİRİŞ

Omurgalı canlılarda anatomik duruşu sağlayan, hareket sistemi elemanı olarak bulunan ve çeşitli görevleri olan "iç iskelet" yerine omurgasız canlılardan eklembacaklılarda;şekil veren, su kaybını önleyen sert ve koruyucu özellikte bir "dış iskelet" bulunmaktadır. Bu yapı epidermal hücreler tarafından üretilen kutikula (ekstra selüler sıvıda lipit ve %25-60 nitrojenli polisakkarit kitin içeren), hipodermis ve asal zardan oluşmaktadır (Moussian ve ark., 2005). Epidermis ve iç tübüler organlar böceğin epitel bütünlüğünü sağlayarak, çeşitli patojen ve toksin temasını önlemektedir. Kutikula vücudu ve iç organları örterek büyümenin kontrolü, yara iyileşmesi ve çevresel koruma gibi önemli rolleri üstlenmektedir (Petkau ve ark., 2012). Özellikle holometabol böcekler

yaşam döngülerine göre dış iskeletlerini değiştirmekte, büyüme ve morfogenezis kitine bağlı gerçekleşmektedir (Merzendorfer ve Zimoch, 2003). Her ne kadar gelişim esnasında farklı dokularda aralıksız devam eden kitin sentezi ve yıkımı kontrol mekanizmaları ile düzenlense de; çeşitli kimyasallar böceklerde kitin yapısının bozulmasına, epitel bütünlüğünü etkileyerek iskeletin düzensizliğine, ve kistlerin oluşmasına neden olabilmektedir (Tonning ve ark., 2005). Kitin sentaz tarafından üretilen kitinin azalması böceklerde ölümcül etki yaptığı gibi deri değiştirme kusurlarına da sebep olduğu, gelişimsel süreci etkilediği bilinmektedir (Gangishetti ve ark., 2009; Petkau ve ark., 2012). Nikkomycin gibi kimyasallar böceğin ebriyo ve larval evreden itibaren kitin dokusunda mutasyona sebep olmaktadır (Cohen,



1987; Moussian ve ark., 2005; Tønning ve ark., 2005). Dolayısıyla diflubenzuron ve lufenuron (10-200 ppm) gibi kitin sentezini inhibe eden insektisitler morfolojik, histolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmaları açıklanarak zirai mücadelede kullanılmaktadır (Gangishetti ve ark., 2009)

Borik asit (BA) düşük miktarda kullanımı memeliler ve böceklerde toksisitesi az olduğu bilinen bir bor türü olup (Weir ve Fisher, 1972; Heindel ve ark., 1997; EFSA, 2004) zirai amaçlarla kullanılabilen bir önerilmektedir (Güneş ve Büyükgüzel, 2017). Son zamanlarda *Arabidopsis*, *Ciona*, *Drosophila*, *Caenorhabditis elegans* Maupas, Fare, Platynereis ve zebra balığı gibi biyolojik örneklerde çeşitli niceliksel ölçümler (görüntülenme ve çeşitli hesaplama yöntemleri) kullanılmakta, böylece morfolojik değişim ve farklılıklar daha kolay görülmektedir (Shlemov ve ark., 2014). *Drosophila melanogaster* Meigen'de morfolojik değişimlerin ve mutasyonların kolayca belirlenebilmesi kutikular sklerotizasyon (sertleşme) sürecinin anlaşılmasında (Wright, 1987; Hopkins ve Kramer, 1992; Sugumaran ve ark., 1992; Sugumaran, 1998; Moussian ve ark., 2005) model organizma olarak uygunluğunu göstermektedir. Bu amaçla çalışmada beslenme yoluyla alınan farklı konsantrasyonlarda BA'ın *D. melanogaster*'in gelişim periyodunda dış iskeletindeki sertliği nasıl etkilediği tekstür analizi ile belirlenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Örneklerin Hazırlanması

*D. melanogaster* (Wild type, W<sup>1118</sup>) 250 cc'lik şişelerde (her birinde 50 adet olacak şekilde) yapay diyet ile beslenerek (25°C, % 60 nem, 12 s aydınlık/karanlık fotoperiyotta) kültüre alınmıştır (Rogina ve ark., 2000; Lesch ve ark., 2007). Yeni ergin hale gelen bireyler (6erkek:18dişi) olgunlaşmaları, çiftleşmeleri ve yumurta bırakmaları için yeni besin bulunan şişelere alınmıştır. Şişelerden 8 saat sonra *D. melanogaster* yumurtaları toplamak için uzaklaştırılmış, yumurtadan yeni çıkan larvalar (her bir şişe için 80 adet) mikroskop altında ince uçlu fırça yardımı ile yeni deney şişelerine aktarılmıştır (Kaya ve ark., 2000; Güneş, 2015). Böcek kültürü için kullanılan besinlere kontrol grubu hariç, farklı konsantrasyonlarda borik asit (10-300 mg/L) eklenerek deney düzeneği oluşturulmuştur. BA ve *D. melanogaster* ile yapılan önceki çalışmalar temel alınarak denenecek BA konsantrasyon aralığı belirlenmiştir (Güneş, 2013; Güneş ve ark., 2015). Hazırlanan konsantrasyonlar suda çözülerek besine donmadan önce eklenmiştir (Güneş, 2015). Belirlenen BA konsantrasyonları ile beslenen larvalar (üçüncü evre/108 saatlik) ve puplar (130 saatlik) toplanarak

tekstür analizi gerçekleştirilmiştir (Fontaine ve ark., 2009; Güneş ve ark., 2015). Pupadan çıkan erginler (üç günlük dişi ve erkek) isehafif eterle bayılarak (eter buharına maruz bırakılarak: Çalışkan ve Yavuz Kocaman, 2002; Altun, 2007) diseksiyon mikroskobu altında cinsiyet ve fenotiplerine göre ayrımları yapılarak (Sarıkaya ve Solak, 2003) zaman geçirilmeden tekstür analizi yapılmıştır.

### Tekstür profil analizi (TPA)

Toplanan örnekler, TA-XT-plus tekstür analiz cihazı (Texture Analyzer TAXT2İ) kullanılarak Tekstür profil analizi (TPA) yapılmıştır. TPA için 5 mm çapında düz tabanlı (penetration probe) prob kullanılmıştır. Sertlik birinci sıkıştırma uygulanan maksimum kuvvet olarak yaklaşık 2 mg yükleme ağırlığı ile 0,1 mm mesafe olarak belirlenmiştir.

### Verilerin Değerlendirilmesi

Örneklere ilişkin analiz sonuçlarında uygulamalar arasındaki farklılığın saptanması amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (Düzyüney ve ark., 1987), homojen ve normal dağılım gösteren grupların ortalamaları arasındaki farklılığın belirlenmesinde (LSD testi) SPSS.17 paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca her konsantrasyon için larva-pup-ergin evreleri arasındaki farkları tespit edilmesinde "Kruskal-Wallis testi" kullanılmıştır. Deneyler dört tekerrür halinde gerçekleştirilmiş, ortalamaların önemi 0.05 olasılık seviyesinde tablo ile gösterilmiştir (SPSS, 1997; Güneş, 2013).

## BULGULAR

Kontrol grubu ve BA ile beslenen larvalar karşılaştırıldığında; artan BA konsantrasyonuna bağlı olarak sertliğin arttığı; fakat en yüksek konsantrasyonla beslenen larvada kontrole kıyasla sertliğin giderek azaldığı görülmektedir. Böceğin pup evreleri birbirleri ile karşılaştırıldığında uygulanan BA miktarı fazlalaştıkça sertlik azalmaktadır. Erkek ve dişi bireylerde ise pup evresinde gözlenenin aksi bir durum söz konusudur (Çizelge 1).

Konsantrasyonlar kendi içinde karşılaştırıldığında; dış iskeletin en sert olduğu zaman pup evresi olduğu görülmektedir. En düşük konsantrasyonda üçüncü larval evre, 100 mg/L BA uygulamasında larva ve pup, 200 mg/L BA uygulamasında larva, ve en yüksek konsantrasyon olan 300 mg/L BA uygulamasında ise dişi ve erkek bireylerin en sert olduğu görülmektedir. Gruplar kendi içinde değerlendirilirken sertliği az olarak değerlendirilen evreler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (p<0,05).

Çizelge 1. Borik asitin farklı konsantrasyonlarını içeren yapay besinler ile yetiştirilen *D. melanogaster*'in farklı gelişim evrelerinde dış iskeletin sertlik derecesi (gr).

Borik asit	3. Evre Larva (Ort* ± S.H)† #	Pup (Ort* ± S.H)† #	Erkek rt* ± S.H)† #	Dişi (Ort* ± S.H)† #
(mg/L)				
0,00§	7,89 ± 0,03aA	15,24 ± 0,35bB	8,66 ± 0,01aA	8,27 ± 0,04aA
10	15,70 ± 0,07bB	9,34 ± 0,01aA	9,96 ± 0,35aA	8,81 ± 0,11aA
100	16,47 ± 1,06bB	15,55 ± 0,04bB	8,58 ± 0,04aA	8,43 ± 0,01aA
200	12,10 ± 0,04bB	10,49 ± 0,07abA	10,49 ± 0,03abA	9,49 ± 0,14aA
300	5,59 ± 0,16cA	8,43 ± 1,06aB	12,48 ± 0,71bC	12,53 ± 3,54bC

\*Dört tekrarın ortalaması, her bir tekrar için 20 böcek kullanıldı.

†Aynı sütunda aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, P > 0,05 (LSD Testi)

#Aynı satırda aynı büyük harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, P > 0,05 (Kruskal-Wallis testi)

§Kontrol besini (Borik asit içermeyen)

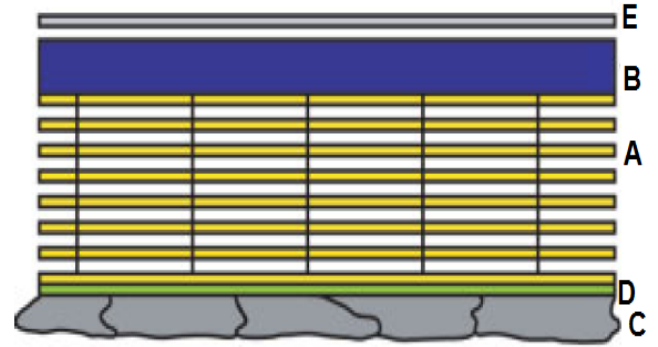
## TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda BA almış *D. melanogaster* ile gerçekleştirilen deneylerde dış iskeletin sertliği ölçülerek böcekte meydana gelen değişimler gözlenmiştir.

Eklembacaklılarda, kutikular proteinler ve katekolaminlerle ilişkili olan kitin, farklı fiziksel özelliklere sahip kutikullerin tanımlanmasına neden olmaktadır (Moussian ve ark., 2005). Kutikulun mekanik özelliklerini belirleyen proteinlerle ilişkili ve güçlü bir iskelet malzemesi olan kitin; dış ve iç kutikul'da bulunmaktadır (Şekil 1; Andersen, 1979; Kramer ve ark., 1995; Merzendorfer ve Zimoch, 2003; Payre, 2004). Dış iskelet kitin sayesinde sertlik, esneklik ve elastik özellik göstermektedir (Nemtsev ve ark., 2001; Majtan ve ark., 2007). Bir ürünün; mekanik (sertlik, yumuşaklık, yapışkanlık, gevreklik, viskozite, elastiklik, bağlılık), geometrik (boyut, şekil), bileşim (yağlılık, nem içeriği gibi) gibi özelliklerini kapsayan terim "tekstür" olarak bilinmektedir. Böceğin gelişim evrelerine bakıldığında pupal dönemde sertliğin en fazla olduğu görülmekte iken, uygulanan BA ile sertliğin değiştiği gözlenmektedir. *D. melanogaster* ile yapılan bir çalışmada pupal ve ergin döneminde kutikul sertliğinin larval evreden fazla olması çalışmamızla benzerlik göstermektedir (Kohane ve ark., 2003). Son larva evresinde ekdizon varlığı ile kitin sentezinin inhibe edilerek sertliğin azaldığı, ergin evrede ise arttığı (Apple ve Fristrom, 1991; Hiruma ve ark., 1991; Moussian ve ark., 2005) bilinmektedir. Yapılan benzer çalışma sonuçlarına bağlı olarak artan BA konsantrasyonu ile böcekte sertliğin artmasına rağmen, en yüksek konsantrasyon olan 300 mg/L'de larval ve pupal evrede gevşemenin olduğu düşünülmektedir.

Bazı çalışmalarda BA'in orta barsak epitel dokusunda oksidatif hasara sebep olabileceği bildirilmektedir (Habes ve ark., 2006). Çalışmamızda besinsel yolla alınan BA miktarındaki artışın böceğin orta bağırsak epitelinde hasar oluşturabileceği gibi, bağışıklık

yanıtına bağlı olarak (Kılınçer ve Güz, 2010) ve oksidan-antioksidan kapasitedeki değişimler (Güneş ve Büyükgüzel, 2017) ile böcekte epidermal farklılık oluşabileceği düşünülmektedir. Fakat gelişim evrelerindeki bu epidermal farklılığın net olarak ortaya çıkarılması için etkin hormonların belirlenerek kitin sentezinde görev alan gen (CHS1: dış iskelette, CHS2: orta barsakta; Lucero ve ark., 2002; Merzendorfer ve Zimoch, 2003; Zhang ve Zhu, 2013) ve yolakların (aktive eden/durduran) daha ayrıntılı çalışmalarla açıklanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 1. İskelet bütünlüğünden sorumlu olan epidermis ve kutikul morfolojisinde kitin. A. Kitin tabakaları arasında prokutikul, B. Epikutikul, C. Epidermis, D. Adezyon bölgesi, E. Dış örtü (Moussian ve ark., 2005).

Özellikle toksin ve patojen saldırılarına karşı kitinin koruma görevi olduğu düşünülürse (Tellam, 1996) ergin bireylerde direncin gelişerek sertliğin artış sebebi anlaşılabilir. *Drosophila*'da kitin sentez-1'in yokluğu lethal bir mutasyona sebep olmakta (Ostrowski ve ark., 2002) pigmentasyon sürecini de etkilemektedir. Çalışmamızda 300 mg/L'den fazla BA alan böceğin pupasyona geçememesinin kitin sentezine etki ederek yaşama gelişimi olumsuz etkileme olasılığından kaynaklanmış olabilir.

## SONUÇ

Böceklerde büyüme ve gelişimin kontrolü, sürekli sentezlenip indirgenen kitinli yapıların yeniden şekillendirme kabiliyetine bağlıdır (Merzendorfer ve Zimoch, 2003). Zirai açıdan dış iskelette meydana gelebilecek farklılıklar böceğin yaşama gelişimi için önemli olduğu gibi, hedef olmayan canlılarda neslin korunması yada hedef canlıda mücadele yönteminin belirlenmesinde önemlidir. Bu yüzden pestisit olarak kullanılan kimyasalların epidermal hücrelerde fenotipik etkilerinin aydınlatılmasında biyokimyasal ve morfolojik analizlerin yanı sıra tekstür analizi gibi çeşitli tekniklerin kullanılması, böcek iskeletinde meydana gelen değişimlerin aydınlatılmasında yeni bir teknik olarak kullanılabilirliği düşünülmektedir. Böylece model organizmalarda gerçekleştirilecek yaklaşımlar ile özellikle erken klinik testler (faz öncesi çalışmalar) için yeni algoritmalar, tekstür analizi gibi yöntemler ile kombine sistemlerin kullanılarak geliştirilebileceği ifade edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Andersen SO 1979. Biochemistry of the Insect Cuticle. Annual Review of Entomology, 24: 29-61.
- Apple RT, Fristrom JW 1991. 20-Hydroxyecdysone is Required for, and Negatively Regulates, Transcription of *Drosophila* Pupal Cuticle Protein Genes. Developmental Biology, 146: 569-582.
- Altun D 2007. *Usnea longissima* Ach. Likenin *Drosophila melanogaster*'in çeşitli gelişim parametreleri ve ömür uzunluğu üzerine etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bil. Ens., Biyoloji ABD, Yüksek Lisans Tezi, 27-28.
- Cohen E 1987. Chitin Biochemistry: Synthesis and Inhibition. Annual Review of Entomology, 32: 71-93.
- Çalışkan M, Yavuz Kocaman A 2002. *Drosophila* Genetiği. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Genetik Laboratuvar Kılavuzu, Hatay.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 381s.
- EFSA 2004. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a Request from the Commission Related to the Tolerable Upper Intake Level of Boron (Sodium Borate And Boric Acid) (Request N\_ EFSAQ- 2003-018). European Food Safety Authority Journal, 80: 1-22.
- Fontaine EI, Zabala F, Dickinson MH, Burdick JW 2009. Wing and Body Motion During Flight Initiation in *Drosophila* Revealed by Automated Visual Tracking. The Journal of Experimental Biology, 212: 1307-1323.
- Gangishetti U, Breitenbach S, Zander M, Saheb SK, Müller U, Schwarz H, Moussian B 2009. Effects of Benzoylphenylurea on Chitin Synthesis and Orientation in the Cuticle of the *Drosophila* Larva. European Journal of Cell Biology, 88:167-180.
- Güneş E, Büyükgüzel E 2017. Oxidative Effects of Boric Acid on Different Developmental Stages of *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae). Türkiye Entomoloji Derneği Dergisi, 41(1): 3-15.
- Güneş E, Şimşek Sezer EN, Bozkurt M, Uysal M 2015. The Determination of Boric Acid Effects on Different Developmental Stages of *Drosophila melanogaster* by Sds-Page. Journal of Biochemistry International, 1(1): 1-5.
- Güneş E 2015. *Drosophila melanogaster*'de Yulaf Unu (*Avena sativa* L.)'nin Total Oksidatif Stres Üzerinde Etkisi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 6(2): 134-140.
- Güneş E 2013. Borik Asit'in *Drosophila melanogaster*'in Meigen (Diptera: Drosophilidae) Bazı Biyolojik Özellikleri ve Antioksidan Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi. BEÜ Fen Bil. Ens., Biyoloji ABD, Doktora Tezi.
- Habes D, Morakchi S, Aribi N, Farine JP, Soltani N 2006. Boric Acid Toxicity to the *German cockroach*, *Blattella germanica*: Alterations in Midgut Structure, and Acetylcholinesterase and Glutathione S-transferase Activity. Pesticide Biochemistry and Physiology, 84: 17-24.
- Heindel J, Fail P, George J, Grizzle T 1997. Reproduction Toxicology of Boric Acid. Environmental Health Perspectives, 105: 275-276.
- Hiruma K, Hardie J, Riddiford LM 1991. Hormonal Regulation of Epidermal Metamorphosis in Vitro: Control of Expression of a Larval Specific Cuticle Gene. Developmental Biology, 144: 369-378.
- Hopkins TL, Kramer KJ 1992. Insect Cuticle Sclerotization. Annual Review of Entomology, 37:273-302.
- Kaya B, Yanıkoglu A, Creus A, Marcos R 2000. The Use of The *Drosophila* Wing Spot Test in The Genotoxicity Testing of Different Herbicides. Environmental and Molecular Mutagenesis, 36: 40-46.
- Kılınçer N, Güz N 2010. *Ephestia kuehniella*'da Transferin Geninin Moleküler Karakterizasyonu ve Savunma Reaksiyonlarındaki Rolü Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Proje No: 08B4347005.
- Kramer KJ, Hopkins TL, Schaefer J 1995. Applications of Solids NMR to the Analysis of Insect Sclerotized Structures. Insect Biochemistry and Molecular Biology, 25: 1067-1080.
- Kohane M, Daugela A, Kutomi H, Charlson L, Wyrobek A, Wyrobek J 2003. Nanoscale in Vivo Evaluation of the Stiffness of *Drosophila melanogaster* Integument During Development.

- Journal of Biomedical materials research, 66A(3): 633-642.
- Lesch C, Goto A, Lindgren M, Bidla G, Dushay MS, Theopold U 2007. A Role for Hemolymph in Coagulation and Immunity in *Drosophila melanogaster*. *Developmental and Comparative Immunology*, 31: 1255-1263.
- Lucero HA, Kuranda MJ, Bulik DA 2002. A non radioactive, high through put assay for chitin synthase activity. *Analytical Biochemistry*, 305: 97-105.
- Majtan J, Bilikova K, Markovič O, Grof J, Kogan G, Simuth J 2007. Isolation and Characterization of Chitin from *Bumble bee* (*Bombus terrestris*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 40 : 237-241.
- Merzendorfer H, Zimoch L 2003. Chitin Metabolism in Insects: Structure, Function and Regulation of Chitin Synthases and Chitinases. *Journal of Experimental Biology*, 206: 4393-4412.
- Moussian B, Schwarz H, Bartoszewski S, Nüsslein-Volhard C 2005. Involvement of Chitin in Exoskeleton Morphogenesis in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Morphology*, 264(1): 117-130.
- Nemtsev S, Zueva OY, Khismatullin RG, Khismatullin MR, Varlamov VP 2001. Bees As Potential Source of Chitosan. *Proceedings of the 37th International Apicultural Congress, APIMONDIA*.
- Ostrowski S, Dierick HA, Bejsovec A 2002. Genetic Control of Cuticle Formation During Embryonic Development of *Drosophila melanogaster*. *Genetics*, 161:171-182.
- Payre F 2004. Genetic Control of Epidermis Differentiation in *Drosophila*. *International Journal of Developmental Biology*, 48: 207-215.
- Petkau G, Wingen C, Jussen LC, Radtke T, Behr M 2012. Obstructor-a is Required for Epithelial Extracellular Matrix Dynamics, Exoskeleton Function, and Tubulogenesis. *Journal of Biological Chemistry*, 287(25): 21396-21405.
- Rogina B, Reenan RA, Nilsen SP, Helfand SL 2000. Extended Life-Span Conferred by Cotransporter Gene Mutations in *Drosophila*. *Biogerontology Science*, 290:2137-2140.
- Sarıkaya R, Solak K 2003. Benzoik asit'in *Drosophila melanogaster*'de Somatik Mutasyon ve Rekombinasyon Testi ile Genotoksitesinin Araştırılması. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(32).
- Shlemov A, Golyandina N, Holloway D, Spirov A 2014. Shaped Singular Spectrum Analysis for Quantifying Gene Expression, with Application to the Early *Drosophila* Embryo. *Bio Med Research International*, 1-14.
- Sugumaran M, Giglio L, Kundzicz H, Saul S, Semensi V 1992. Studies on the Enzymes Involved in Puparial Cuticle Sclerotization in *Drosophila melanogaster*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 19:271-283.
- Sugumaran M 1998. Unified Mechanism for Sclerotization of Insect Cuticle. In: Evans PD, editor. *Advances in insect physiology*, Academic Press, New York, 229-334s.
- Tellam RL 1996. *The Peritrophic Matrix (Biology of the Insect Midgut*: Ed. Lehane MJ, Billingsley PF) Cambridge: Chapman and Hall, 86-114.
- Tønning A, Hemphala J, Tang E, Nannmark U, Samakovlis C, Uv A 2005. A Transient Luminal Chitinous Matrix is Required to Model Epithelial Tube Diameter in the *Drosophila* Trachea. *Developmental Cell*, 9: 423-430.
- Weir RJJ, Fisher RS 1972. Toxicologic Studies on Borax and Boric Acid. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 23: 351-364.
- Wright TR 1987. The Genetics of Biogenic Amine Metabolism, Sclerotization, and Melanization in *Drosophila melanogaster*. *Advances in Genetics*, 24:127-222.
- Zhang X, Zhu KY 2013. Biochemical characterization of chitin synthase activity and inhibition in the African malaria mosquito, *Anopheles gambiae*. *Insect Sci.*, 20 (2): 158-166.



## Bazı Schiff Bazlarının *Saccharomyces cerevisiae* BY4741 Kültür Ortamlarında Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri

Ayşe Dilek ÖZŞAHİN<sup>1</sup> , Nesrin BOZHAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bitlis  
✉ : molekuler@gmail.com

### ÖZET

Yeni sentezlenmiş bazı Schiff bazlarının kullanılmadan önce canlılar üzerindeki biyokimyasal etkilerinin incelenmesi gerekir. Bu amaçla *Saccharomyces cerevisiae* en önemli hücre modeli içinde yer alır. *S. cerevisiae*'daki metabolik özellikler, yüksek yapıli organizmalara benzerlik gösterdiği için elde edilen sonuçlar da paralellik göstermektedir.

Çalışmada; yeni sentezlenmiş Schiff bazlarının *S. cerevisiae* BY4741 kültür ortamlarında lipit peroksidasyon (MDA), total protein ve glutatyon analizleri yapılmıştır. Bu amaçla; deneyde kullanılan *S. cerevisiae* BY4741'in gelişimi ve çoğalması için YEDP besiyeri ortamı hazırlandı. Uygulama grupları için; schiff bazların her birinden 2ppm, 4 ppm ve 8 ppm olacak şekilde kültür ortamına ilave edildi. Elde edilen süpernatant ile; GSH, total protein ve MDA analizleri yapıldı.

Lipid peroksidasyon sonuçları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında schiff bazı gruplarının lipit peroksidasyon önleme etkilerinin olmadığı belirlenirken, yeni sentezlenen schiff bazlarının kontrol grubuna göre glutatyon ve total protein miktarlarının oldukça belirgin düzeyde yüksek olduğu saptandı ( $p < 0.0001$ ).

Sonuç olarak; yeni sentezlenmiş Schiff bazlarının *S. cerevisiae*'nın biyokimyasal ve savunma sistemi üzerinde farklı etkilere sahip olduğu gözlemlendi. Özellikle antioksidan savunma sistemi üzerinde açığa çıkan sonuçların diğer canlı modelleri üzerindeki benzer çalışmalara kaynak olacağı ve in vivo sistemler kullanılarak yapılacak ileriki çalışmalara destek olarak, literatür bilgisine katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

DOI:10.18016/ksudobil.304125

### Makale Tarihçesi

Geliş : 20.01.2017

Kabul : 27.04.2017

### Anahtar Kelimeler

Schiff bazı,  
*Saccharomyces cerevisiae*,  
MDA,  
GSH,  
Toplam Protein

### Araştırma Makalesi

## The Effects of Some Schiff Bases on Biochemical Parameters in *Saccharomyces cerevisiae* BY4741 Cultural Environments

### ABSTRACT

Biochemical effects of newly synthesized some Schiff bases on living creatures need to be investigated before their use. For this purpose, *Saccharomyces cerevisiae* is involved in the most important cell model. Because metabolic properties of *S. cerevisiae* are similar to the highly organized organisms, the results show parallelism, as well.

In the present study; lipid peroxidation (MDA), total protein, and glutathione analyses of newly synthesized Schiff bases were analysed in *S. cerevisiae* BY4741 culture media. For this purpose, YEDP medium was prepared for development and growth of *S. cerevisiae* BY4741 used in the experiment. In the study, 2 ppm, 4 ppm, and 8 ppm from each of Schiff bases were added in to culture medium for application groups. GSH, total protein and MDA analyses were carried out with the obtained supernatant.

As the results of lipid peroxidation were compared to the control group, it was concluded that the Schiff base groups had no lipid peroxidation inhibition effects, and the newly synthesized schiff

### Article History

Received: 20.01.2017

Accepted: 27.04.2017

### Keywords

Schiff base,  
*Saccharomyces cerevisiae*,  
MDA,  
GSH,  
Total Protein

### Research Article

bases were found to have significantly greater amounts of glutathione and total protein than the control group ( $p < 0.0001$ ). As a result, newly synthesized Schiff bases were determined to have different effects on biochemical and defense system of *S. cerevisiae*. In particular, the results of the antioxidant defense system will be a source for similar studies on other living models and will contribute to the literature for future studies using in vivo systems.

**To Cited** :Özşahin AD, Bozhan N 2018. Bazı Schiff Bazlarının *Saccharomyces cerevisiae* BY4741 Kültür Ortamlarında Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):131-140, DOI:10.18016/ksudobil.304125.

## GİRİŞ

İlk kez 1864'te Schiff tarafından bir primer amin ve bir aktif karbonil grubunun kondensasyonundan elde edilen ve azometin grubu içeren ligandlara "Schiff Bazları" denir. Çok esnek ve değişken yapısal özelliklerinden dolayı çok sayıda Schiff bazı ve kompleksi sentezlenmiş ve incelenmiştir (Raman ve ark., 2003). Koordinasyon bileşiklerinin sentezinde ligand olarak kullanılan Schiff bazları konusuyla birçok bilim adamı ilgilenmiş ve çeşitli kompleksler elde etmişlerdir (Serin, 1980). Schiff bazlarının ve metal komplekslerinin kullanım sahası oldukça geniştir. Biyolojik ve yapısal önemlerinden dolayı üzerinde çok çalışılan bileşiklerdir (Helmut ve ark., 1976; Metzler ve ark., 1980).

Ligand olarak kullanılan Schiff bazları serbest oksijen, askorbik asit, katekol ve aminoasitler gibi biyolojik açıdan önemli moleküllerin oksidasyonunda rol oynamaktadır (Niederhoffer ve ark., 1984; Karlin ve ark., 1993). Özellikleri arasında en çok önemli olanı biyolojik sistemlerdeki aktiviteleridir. Özellikle; heterosiklik tiyo-semikarbazitler ve onların metal kompleksleri antitümör, bakteriyal ve antiviral aktivite gibi potansiyel tedavi yöntemlerinde kullanımı için üzerinde çokça çalışılan bileşiklerdir. Son zamanlarda bazı metal kompleksleri; ilaç sanayiinde, hastalıkların teşhis ve tedavisinde önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle kükürt içeren Schiff bazı metal komplekslerinin antikanser özelliğinin ortaya çıkarılmasından sonra bu komplekslere olan ilgi daha da artmıştır (Klayman ve ark., 1983; Scovill ve ark., 1984; Mirabelli ve ark., 1987; Patel ve ark., 1989; Kim ve Lee, 1992; Amirkhanov ve ark., 1999). Schiff bazlarının platin komplekslerinin antitümöral aktivite (Kuduk ve ark., 1994), nitro ve halo türevlerinin hem antimikrobiyal hem de anti tümöral aktivite gösterdiği bilinmektedir.

Genetik yapısından dolayı *Saccharomyces cerevisiae*

Çalışmada

2-(2-(3 hydroxy-4- methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarbothioamide,

2-(2-(4 benzyloxy)-3-methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarbothioamide

2-(2-(4benzyloxy-3-methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarboxamide olmak üzere 3 adet Schiff bazı kullanıldı. Sentezlenen Schiff bazlarının yapısal formülleri ve formül ağırlıkları Şekil 1' de verilmiştir.

Deneyde kullanılan Schiff bazları çalışmada aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

yararlı bir araştırma mikroorganizmasıdır. Bu bilimsel kaynak, hücre genetiği ve fizyolojisinin yapısı ve organizasyonu hakkında temel bilgilerin geliştirilmesinde çok önemli bir konuma sahiptir. *S. cerevisiae*; mantarlar, bitkiler ve hayvansal organizmalar üzerinde yapılan genomik, proteomik ve metabolik çalışmalarda muhtemel biyolojik mekanizmaların ortaya çıkarılmasında en iyi karakterize edilen organizma olarak kabul edilmektedir (Braconi ve ark., 2006; Braconi ve ark., 2015; Kireççi, 2017). Yeni sentezlenmiş bazı Schiff bazlarının kullanılmadan önce canlılar üzerindeki toksik ve biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi gerekir. Bu amaçla *S. cerevisiae* en önemli hücre modeli içinde yer alır. Genellikle ksenobiyotik, toksikolojik, biyokimyasal ve moleküler çalışmalarda bu hücre modeli kullanılmaktadır. *S. cerevisiae*'daki metabolik özellikler yüksek yapıli organizmalara benzerlik gösterdiği için buradan alınan sonuçlar da paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada; yeni sentezlenmiş Schiff bazı bileşiklerinin canlı organizmalar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmamızda, yeni sentezlenmiş Schiff bazlarının *S. cerevisiae* BY4741 kültür ortamlarında lipit peroksidasyon (MDA), total protein ve glutatyon analizleri yapılmıştır. Bu yeni sentez maddelerin biyokimyasal parametreler üzerine etkileri belirlenmeye çalışılarak ileriki dönemlerde diğer canlı modelleri üzerindeki çalışmalara da ışık tutulması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

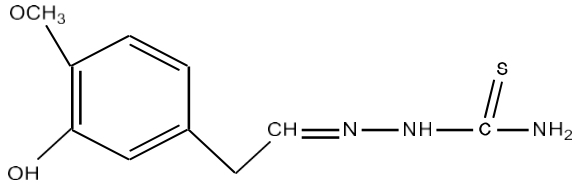
### Schiff Bazları

Kullanılan maddeler BEBAP 2014.09 No'lu proje kapsamında sentezlenerek elde edilmiştir.

2-(2-(3 hydroxy-4- methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarbothioamide: E1

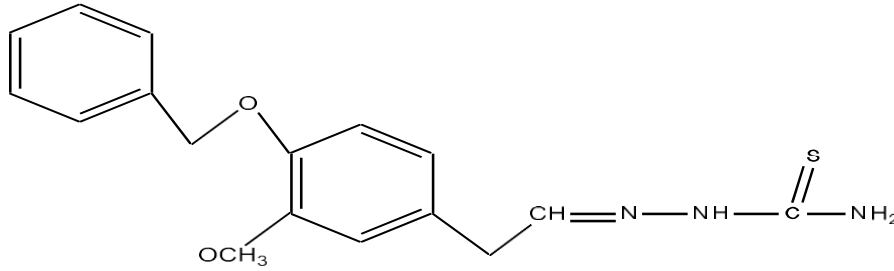
2-(2-(4 benzyloxy)-3- methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarbothioamide: E2

2-(2-(4 benzyloxy-3- methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarboxamide: E3

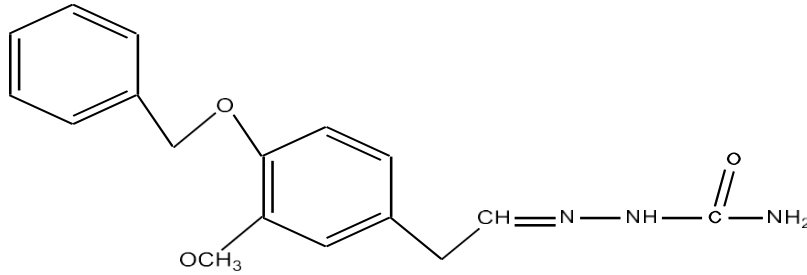


E1:2-(2-(3hydroxy-4-methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarbothioamide

(Ma:239.29)



E2: 2-(2-(4 benzyloxy)-3-methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarbothioamide (Ma:329.42)



E3: 2-(2-(4benzyloxy-3-methoxyphenyl)ethylidene)hydrazinecarboxamide (Ma: 313.35)

Şekil 1. Çalışmada kullanılan Schiff bazlarının molekül formülleri ve mol kütleleri

### Maya Örnekleri

Çalışmada kullanılan *S. cerevisiae* BY4741- Yabani Tıp maya hücresi (Genotip: MATA his3 leu2 met15 ura3) İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir.

### Metot

#### Schiff Bazı Solüsyonlarının Hazırlanması

E<sub>1</sub>; MA: 239.29

E<sub>2</sub>; MA: 329.42

E<sub>3</sub>; MA: 313.35 molekül ağırlıklarına sahip Schiff bazlarından DMSO 'da çözülerek 2 ppm, 4 ppm ve 8 ppm'lik konsantrasyonları hazırlanmıştır.

#### *Saccharomyces cerevisiae* BY4741'in Gelişme ve Uygulama Ortamının Hazırlanması

Öncelikle deneyde kullanılacak olan *S. cerevisiae* BY4741- Yabani Tıp maya hücresinin (Genotip: MATA his3 leu2 met15 ura3) gelişimi ve çoğalması için YEPD (200 mL için; 2 gr maya ekstrak, 4 gr baktipepton, 4

gr glukoz ) besiyeri ortamı her grup için tekrar sayısı (n) = 5 olacak şekilde hazırlandı. Besiyeri ortamı hazırlandıktan sonra aşağıdaki gruplara ayrıldı:

**Kontrol grubu:** Bu gruptaki *S. cerevisiae* hücreleri için, 200 mL saf su 2 g maya ekstraktı, 4 g baktipepton ve 4 g glukoz içeren besiyeri ortamı hazırlandı.

**Schiff Bazı Uygulama Grupları** Bu gruptaki *S. cerevisiae* hücreleri için, 200 mL saf su içinde 2 g maya ekstraktı, 4 g baktipepton ve 4 g glukoz içeren besiyeri ortamı içerisine maya hücresi inoküle edildikten sonra OD600 değerleri 0.4-0.6 civarına [yaklaşık olarak 1-3 10<sup>7</sup> hücre ml (Bergman, 2001)] ulaşınca schiff bazlarının her birinden 2 ppm, 4 ppm ve 8 ppm konsantrasyonları içerecek şekilde eklenerek gruplar hazırlandı. Her konsantrasyon ayrı bir grup olarak belirlenip deneysel çalışma işlemi yürütüldü. Aşılama işleminden sonra kültürler 30 °C'de 72 saat inkübasyona bırakıldı. Bu sürenin sonunda kültürler laboratuvar şartlarında 517 nm'de hücre yoğunlukları ölçüldükten sonra, 6000 rpm'de 5 dakika süreyle +4 °C'de santrifüj edilerek hücreler toplandı. Hücreler

pellet olarak toplandıktan sonra yaş ağırlıkları belirlenip diğer biyokimyasal işlemlerin yapılmasına geçildi.

Hücre pelletleri, 20 mM Tris HCl-baz (pH= 7.4) ve 20 mM EDTA karışımı ile homojenize edilip santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı ile GSH, total protein ve MDA ölçümleri yapıldı. Sonuçlar SPSS istatistik programı kullanılarak analiz edilip farklılıklar istatistik açıdan değerlendirildi.

### Maya Hücresinde MDA Miktarının Ölçülmesi

MDA (TBARS) düzeyinin ölçümü, Ohkawa ve ark., (1979) 'nin metoduna göre bazı modifikasyonlar yapılarak spektrofotometre ile ölçüldü.

### Maya Hücresinde Glutatyon Miktarının Ölçülmesi

Süpernatant kısım üzerine 0.3 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> çözeltilisinden 2 mL ilave edildi ve 0.5 mL % 0.03'lük DTNB çözeltilisi ilave edilerek karıştırıldı 5-10 sn sonra oluşan sarı renk oda sıcaklığında iyice stabil hale geldikten sonra 412 nm'de köre karşı okundu (Elman,1959).

### Maya Hücresinde Total Protein Miktarının Ölçülmesi

Örneklerin total protein miktarlarının ölçümü Lowry (1950) yöntemine göre yapıldı.

### İstatistik Analizi

Deney sonucunda elde edilen veriler SPSS 15.0 istatistik programı ile değerlendirildi. Kontrol grubu ile uygulanan maruziyet konsantrasyonları gruplarının ortalamaları arası farklar önce tek-yönlü ANOVA ile daha sonra da her bir grubun diğerinden olan farklılıklar post hoc LSD testi yapılarak belirlendi. Değerler ortalama ± standard sapma (mean±S.D.) belirtildi. İstatistik yönden önemli bulunan farklar metin içinde de istatistiksel P (p>0,05, p<0,05, p<0,01, p<0,001) değerleri şeklinde ifade edildi.

### BULGULAR

#### Schiff Bazlarının *S. cerevisiae* BY4741'in Lipit Peroksidasyon Oluşumu Üzerine Etkisi

Schiff bazlarının maya hücresindeki MDA miktarının kontrol grubuna (0.304±0.07) kıyasla tüm **gruplarda** arttığı gözlemlendi. Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında E<sub>1</sub> 8 ppm (0.972±0.15 nmol/g), E<sub>3</sub> 8 ppm (0.756±0.04 nmol/g) gruplarında bu artışın kontrole göre istatistiksel açıdan oldukça önemli olduğu (p<0.0001), E<sub>1</sub> 2 ppm (0.682±0.07 nmol/g), E<sub>2</sub> 4 ppm (0.650±0.03 nmol/g), E<sub>3</sub> 4 ppm (0.580±0.10 nmol/g) gruplarında MDA düzeylerindeki artışın ise belirgin düzeyde anlamlı olduğu saptandı (p<0.001).

E<sub>1</sub> schiff bazının 2 ppm, 4 ppm ve 8 ppm konsantrasyonları ilave edilen maya hücre

hücrelerindeki MDA düzeyi incelendiğinde; kontrol grubuna göre tüm gruplarda miktarın arttığı gözlemlendi. Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça MDA miktarının E<sub>1</sub> 2 ppm'de (0.682±0.07 nmol/g) belirgin düzeyde arttığı (p<0.001), E<sub>1</sub> 8 ppm'de (0.972±0.15 nmol/g) artışın oldukça belirgin olduğu tespit edildi (p<0.0001) (Şekil 2).

E<sub>2</sub> schiff bazının farklı konsantrasyonları (2 ppm, 4 ppm ve 8 ppm) ilave edilen maya hücrelerindeki MDA düzeyinin kontrol grubuna kıyasla tüm gruplarda belirgin düzeyde arttığı tespit edildi (p<0.001). Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça MDA miktarının arttığı gözlemlendi. E<sub>2</sub> 4 ppm'de (0.650±0.03 nmol/g) miktarın belirgin düzeyde arttığı saptandı (p<0.001) (Şekil 2).

E<sub>3</sub> schiff bazının üç farklı konsantrasyonu ilave edilen maya hücrelerindeki MDA miktarı karşılaştırıldığında; kontrol grubuna göre tüm gruplarda belirgin düzeyde arttığı gözlemlendi (p<0.001). E<sub>3</sub> 4 ppm'de (0.580±0.10 nmol/g) gruplar arasındaki farklılığın çok daha belirgin olduğu (p<0.001), E<sub>3</sub> 8 ppm'de (0.756±0.04 nmol/g) artışın oldukça fazla olduğu tespit edildi (p<0.0001) (Şekil 2).

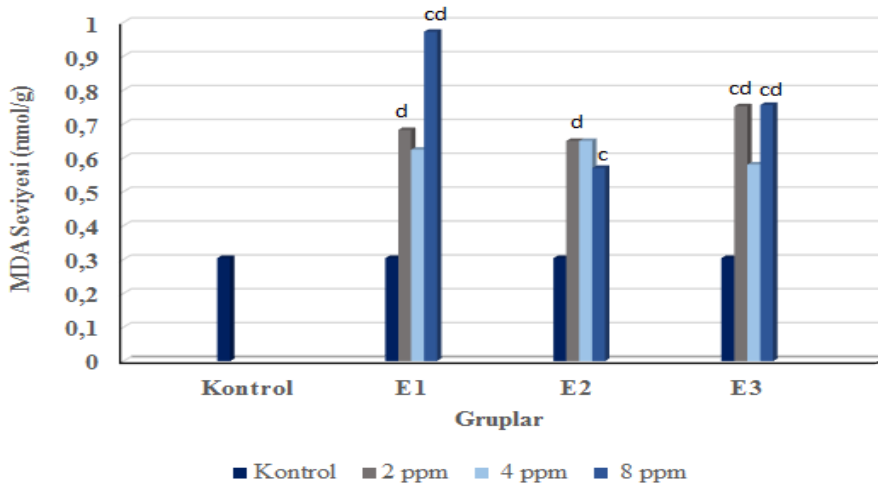
#### Schiff Bazlarının *S. cerevisiae* Hücresindeki GSH Miktarı Üzerine Etkisi

Kontrol grubuna (12.01±2.26 µg/g) göre E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> ve E<sub>3</sub> schiff bazlarının farklı konsantrasyonları ilave edilen maya hücrelerindeki GSH düzeyleri karşılaştırıldığında tüm gruplarda artış olduğu belirlendi. GSH miktarlarının; E<sub>1</sub> ve E<sub>2</sub> schiff bazlarını içeren gruplarda konsantrasyon arttıkça arttığı, buna karşılık E<sub>3</sub> grubunda ise azaldığı belirlendi (Şekil 2).

E<sub>1</sub> schiff bazının farklı konsantrasyonları (2 ppm, 4 ppm ve 8 ppm) ilave edilen maya hücrelerindeki GSH düzeyi incelendiğinde; kontrol grubuna kıyasla miktarın tüm gruplarda arttığı gözlemlendi. Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça GSH miktarının arttığı belirlendi. E<sub>1</sub> 4 ppm (19.72±1.45 µg/g) grubunda belirgin düzeyde arttığı, E<sub>1</sub> 8 ppm (20.85±2.13 µg/g) grubunda bu artışın istatistiksel açıdan oldukça önemli olduğu saptandı (p<0.001; p<0.0001) (Şekil 2).

E<sub>2</sub> schiff bazı ilave edilen maya hücre hücrelerindeki GSH düzeyinin kontrol grubuna göre tüm gruplarda belirgin düzeyde arttığı tespit edildi (p<0.001). Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça GSH miktarının arttığı saptandı. E<sub>2</sub> 2 ppm'de (13.51±1.95 µg/g) istatistiksel farklılık bulunmadığı (p>0.05), E<sub>2</sub> 4 ppm'de (19.64±2.43 µg/g) miktarın belirgin düzeyde arttığı tespit edildi (p<0.001) (Şekil 2).

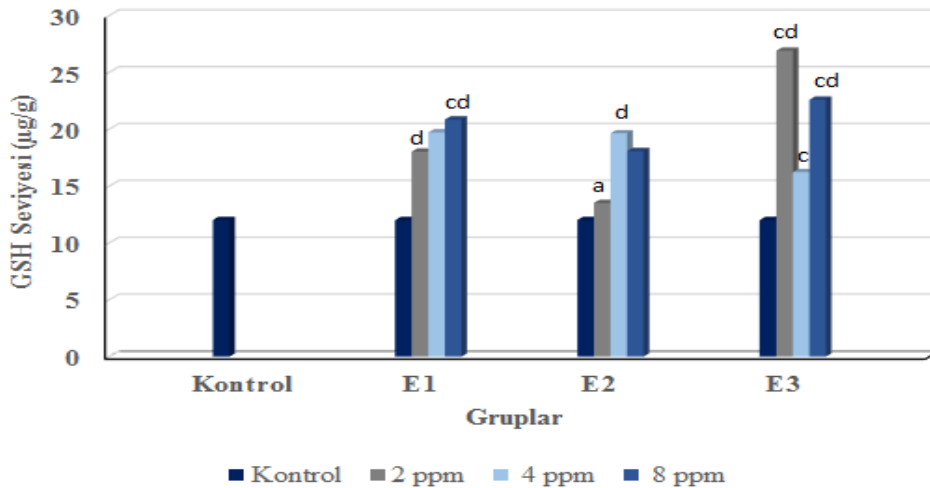




Şekil 2. Schiff bazlarının *S. cerevisiae* hücreindeki MDA-TBA miktarı üzerine etkisi

E<sub>3</sub> schiff bazının maya hücre hücrelerindeki GSH düzeyine bakıldığında kontrol grubuna kıyasla tüm gruplarda belirgin düzeyde arttığı gözlemlendi (p<0.001). Gruplar kendi aralarında

karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça GSH miktarının azaldığı tespit edildi. E<sub>3</sub> 2 ppm'de (26.90±6.88 µg/g) miktarın oldukça fazla olduğu, E<sub>3</sub> 4 ppm'de (16.22±1.72 µg/g) anlamlı derecede farklılık olduğu saptandı (p<0.0001; p<0.01) (Şekil 2).



Şekil 2. Schiff bazlarının *S. cerevisiae* hücreindeki glutatyon miktarı üzerine etkisi

### Schiff Bazlarının *S. cerevisiae* Hücreindeki Total Protein Miktarı Üzerine Etkisi

Kontrol grubuna (0.776±0.06 mg/g) göre E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> ve E<sub>3</sub> schiff bazlarının farklı konsantrasyonları ilave edilen maya hücrelerindeki total protein miktarı üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında tüm gruplarda belirgin düzeyde arttığı gözlemlendi (p<0.001).

Kontrol grubuna kıyasla E<sub>1</sub> schiff bazının maya hücrelerindeki total protein düzeyi üzerine etkisi incelendiğinde; tüm gruplarda belirgin düzeyde artış olduğu belirlendi (p<0.001). E<sub>1</sub> 4 ppm'de (0.900±0.05 mg/g) bu artışın çok daha belirgin düzeyde olduğu gözlemlenirken (p<0.001), E<sub>1</sub> 8 ppm'de (1.156±0.06 mg/g) miktarın istatistiksel açıdan oldukça önemli

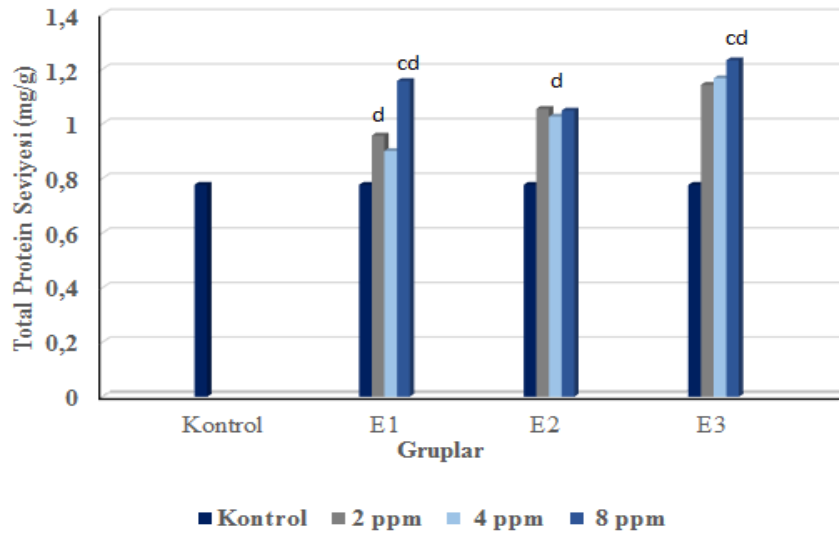
olduğu saptandı (p<0.0001) (Şekil 3).

E<sub>2</sub> schiff bazının farklı konsantrasyonları ilave maya gelişme ortamındaki total protein miktarı karşılaştırıldığında; kontrol grubuna kıyasla tüm gruplarda belirgin düzeyde arttığı gözlemlendi (p<0.001). Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça total protein miktarının azaldığı saptandı. E<sub>2</sub> 2 ppm'de (1.054±0.004 mg/g) miktarın belirgin düzeyde arttığı tespit edildi (p<0.001) (Şekil 3).

E<sub>3</sub> schiff bazının üç farklı konsantrasyonu ilave edilen *S. cerevisiae* hücrelerindeki total protein düzeyinin kontrol grubuna göre tüm gruplarda belirgin düzeyde arttığı belirlendi (p<0.001). Gruplar kendi aralarında

karşılaştırıldığında konsantrasyon arttıkça total protein miktarının arttığı tespit edildi. E<sub>3</sub> 8 ppm'de miktarın belirgin düzeyde arttığı (p<0.001), E<sub>3</sub> 8

ppm'de (1.232±0.21 mg/g) miktarın istatistiksel açıdan oldukça önemli olduğu saptandı (p<0.0001) (Şekil 3).



Şekil 3. Schiff bazlarının *S. cerevisiae* hücreesindeki total protein miktarı üzerine etkisi

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Canlı yapılarda koordinasyon bileşikleri hayati öneme sahip olan bileşiklerdir. Koordinasyon kimyasında Schiff bazları ligand olarak kullanılmaktadır. Schiff bazlarının değişik metallerle oluşturdukları kompleksler, biyolojik ve katalitik uygulamaları birçok bilimsel çalışmanın temelini oluşturmuş ve oluşturmaya da devam etmektedir (West ve Panel, 1989; Chohan ve Praveen, 2001; Takani ve ark., 2002; Mukherjee ve ark., 2006; Silva ve ark., 2006; Li-Juan ve ark., 2009; Reiss ve ark., 2009; Shayma ve ark., 2009; Dolaz ve ark., 2010; Mounika ve ark., 2010; Prashanthi ve Raj, 2010; Ceyhan ve ark., 2011; Chavan ve Mehtan, 2011).

Canlı sistemlerde enzimler oldukça önemli yer tutan biyomoleküllerdir. Bu biyomoleküllerin birçoğu kofaktör olarak metal iyonu ihtiva ederler. Bu nedenle enzimler metal iyonlarından kolayca etkilenebilen molekülüdür ve birçok metal iyonu belirli konsantrasyonda bir enzimin inhibitörü veya aktivatörü olarak davranmaktadır. Modern tıpta birçok hastalığın tedavisi bazı enzimlerin inhibisyonu veya aktivasyonu üzerinden gerçekleşmektedir. Bu nedenle koordinasyon bileşikleri farmakolojide önemli yer tutmaktadır. Bu bağlamda bazı komplekslerin biyolojik aktivitesi üzerine yapılacak çalışmalar yeni ilaçların sentezi ve bazı hastalıkların tedavisi açısından oldukça önemlidir (Dominguez-Vera ve ark., 1998; You ve Zhu, 2004; Xu ve ark., 2005; Peralta ve ark., 2006; Chu ve Huang, 2007; Wang ve Zheng, 2007). Farklı Schiff bazlarının Cu(II) kompleksleri, biyolojik sistemlerin fiziksel ve kimyasal

davranışlarının incelenmesinde önemli bir model oluşturmuştur (Reddy ve Reddy, 2000). Bazı ligandların dinükleer Cu(II) komplekslerinin antitümör, antiviral ve antiinflamatuvar ajanlar olarak davrandığı tespit edilmiştir (Zishen ve ark., 1990). Ayrıca heteronükleer komplekslerin biyolojik aktiviteleri üzerine yapılan araştırmalarda ümit verici sonuçlar elde edilmiştir. Schiff bazlarının polinükleer komplekslerinin biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Sağlam ve ark., 2002; Mathur ve Tabassum, 2006).

Birçok araştırmacı metal komplekslerinin sitotoksik özellikte olduğunda birleşmektedirler (Treshchalina ve ark., 1979; Kelland ve ark., 1994; Rho ve ark., 2002). Yapılan birçok araştırma Schiff bazlarının metal komplekslerinin mikroorganizmalar üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Bunun da nedeni olarak lipid zarlardan pozitif yüklü metal iyonlarının geçerek enzimleri bloke etmesi gösterilmektedir (Raman ve ark., 2003).

Son zamanlarda canlılar üzerinde yapılan antikanser çalışmaları hem maliyet hem de etik unsurlar açısından sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle *in vitro* şartlarda yapılan sitotoksik ve antimutajenik testler daha yaygın olarak tercih edilir hale gelmiştir (Kaya, 2003; Ahmed ve Ezer, 2008; Şekeroğlu ve Şekeroğlu, 2011). Araştırmacılar tıbbi bitkilerin ve değişik kimyasalların mutajenik-antimutajenik özelliklerinin belirlenmesinde, esas olabilecek kısa zamanda sonuç verebilen ve düşük maliyetli test sistemleri geliştirmişlerdir. *S. cerevisiae*'nin kullanıldığı test sistemi de bakteriyel test sistemlerine ilave olarak

mutajenik antimutajenik maddelerin araştırılmasında kullanılmaya başlanmıştır (Bakkali ve ark., 2006).

Schiff bazlarının, *S. cerevisiae*'nin biyokimyasal parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda elde edilen değerlere bakıldığında kontrol grubu ve ile schiff bazı grupları arasında istatistiksel farklılıklar olduğu görülmektedir.

GSH enzimatik olmayan önemli bir antioksidandır. Bu antioksidan özelliği ile serbest radikaller ve peroksitlerle reaksiyona girerek hücreleri oksidatif hasara karşı korumaktadır (Akkuş, 1995; Dikici, 1999). Hücre içi ortamın en önemli antioksidan molekülü olan glutatyonun antioksidan aktivite dışında ksenobiyotiklerin etkisizleştirilmesi, aminoasitlerin transportu, proteinlerdeki sülfidril gruplarının indirgenmesinde görev almaktadır (Esterbauer ve ark., 1992). Bu çalışmada Schiff bazı uygulanan gruplarda GSH düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. GSH düzeylerinde tespit edilen artış en fazla E<sub>3</sub> 8 ppm grubunda gözlenmiştir. Bu artışın nedenini; *S. cerevisiae*'nin Schiff bazlarına karşı bir savunma mekanizması geliştirerek, oksidatif hasarlara karşı adaptasyon sağlaması ile açıklayabiliriz. Bu görüşümüz, Izawa ve ark., (1995) tarafından yapılan çalışma ile de desteklenmektedir. Bu araştırmacılar, çalışmalarında H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'ye karşı oluşturulan adaptasyonlardan birinin intraselular glutatyonun artışının olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Penninckx (2000) *S. cerevisiae* mayasının farklı besin kaynaklarına ve oksidatif strese cevap olarak glutatyon sentezlediğini saptamıştır. Lee ve ark., (2001) *S. cerevisiae* mayasında iyon radyasyonuna karşı süperoksit radikalının koruyucu etkisinin araştırdıkları çalışmalarında mayada radyasyon sonunda SOD'un yanı sıra katalaz ve glutatyon redüktaz enzimlerinin düzeylerinin yüksek seviyede arttığını gözlemlemişlerdir.

MDA; lipid peroksidasyonunun son ürünüdür ve artmış olması hücrel hasarın bir göstergesidir (Garcia ve ark., 1997). MDA seviyesi lipid peroksidasyonun bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Araştırmamızda farklı konsantrasyonlarda Schiff bazı uygulanan maya hücrelerinin MDA düzeyleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel farklılıklar olduğu gözlemlendi. Şekil 1'e bakıldığında Schiff bazı ilave edilen gruplardaki MDA düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla arttığı görülmektedir. Özellikle E<sub>1</sub> 8 ppm'de artışın istatistiksel açıdan oldukça önemli olduğu belirlenmiştir. MDA düzeyindeki artış kullanılmış olan test maddelerinin lipid peroksidasyonunu artırarak hasar oluşumuna sebep olduğunun göstergesi olabilir. MDA hücre düzeyinde metabolize edilmekte ya da diffüze olmakta ve diğer hücrelerde hasar oluşturmaktadır. MDA pek çok hücrede membran bütünlüğünün bozulmasına sebep olmakta ve bunun sonucunda lizozomal

membranlarda yırtılmaya, hücre membran bütünlüğünün kaybına neden olmaktadır. Ayrıca MDA proteinlerin amino gruplarına ataklar yaparak molekül içi ya da proteinler arası bağlar oluşturarak protein yapısını bozmaktadır. Özellikle zarda bulunan integral ya da periferik oluşturdukları hasarlar, bazı hücrelerde permeabilityyi artırarak hücrenin ölümüne yol açar (Cheeseman ve Slater, 1993).

Yaptığımız çalışmada Schiff bazı uygulanan gruplarda toplam protein miktarının kontrol grubuna kıyasla belirgin olarak arttığı tespit edildi. Protein düzeylerinde izlenen artış en fazla E<sub>1</sub> 8 ppm ve E<sub>3</sub> 8 ppm gruplarında gözlenmiştir. Bu artış schiff bazı ile hasara uğramış proteinlerin birikimi ile açıklanabilir. Kullandığımız schiff bazı etkisi ile hücrede anormal protein birikimi oluşabilir. Bu sonuçta hücrede protein düzeyinin artışı ile sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte oksidatif strese karşı hücrelerde yeni proteinlerin sentezi de protein düzeyinde artışa neden olabilmektedir. Bu hipotez literatürde bazı araştırmacılar tarafından desteklenmektedir. Tamarit ve ark., (1998), oksidatif strese bağlı olarak bir grup oksitlenmiş proteinin ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Ayrıca; *E. coli* hücrelerinin hidrojen peroksit stresine maruz bırakıldığında, alkol dehidrogenaz E, uzama faktörü G, ısı şok proteini DnaK gibi temel proteinlerin sentezinde artış olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç olarak; kimyasal olarak sentezlenen bileşik ya da bileşik gruplarının doğrudan canlı sisteme uygun olduğunu söyleyemeyiz. Bu moleküller değişik biyolojik etkiye sahip olabilirler. Schiff bazı maddeler insan diyetinde kullanılamaz. Fakat bu bileşiklerin çoğunluğu canlı vücudu içerisinde değişik amaçlarla kullanılabilir. Eukaryotik grubundan olan, *S. cerevisiae* hücre döngüsünün kontrolü mekanizmasının açığa kavuşturulmasında başarılı bir model organizma olarak kullanılmış olup; zararlı moleküller ile karşılaştığında ve oksidatif stres ile karşı karşıya kaldığında hücre sisteminde bu zararlı saldırılara karşı cevap verebilecek sistemlerle donatılmıştır. Yeni sentezlenmiş bir bileşik canlı sisteme uyum sağlayıp sağlamadığı bu tip çalışmalarla ortaya çıkarılıp kullanıldığı zaman herhangi bir sorun ile karşılaşmaz.

Canlı organizmalarda antioksidan savunma sisteminin prensiplerini ortaya koymak oldukça güçtür. Schiff bazlarının biyoloji, farmakolojik ve kimya alanlarında kullanımları oldukça yaygındır. Ancak bu maddelerin kullanımlarından önce biyolojik sistemlere, canlıların savunma sistemine uygunluğunun ortaya konulması gereklidir. *S. cerevisiae* mayasının kültür şartlarında elde edilen bu sonuçlar doğrudan *in vivo* şartlar ile ilişkilendirilebilir.

Yaptığımız araştırma kapsamında; yeni sentezlenen Schiff bazlarının *S. cerevisiae*'nin biyokimyasal

sistemi, savunma sistemi üzerinde farklı etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Bu veriler doğrultusunda; ilaç sanayinde sıklıkla kullanılan Schiff bazlı bileşiklerin canlı sistemler üzerindeki biyokimyasal değişimlerinin belirlenmesi ve etkilerinin ortaya konulmasına olumlu katkıda bulunulmuştur. Ayrıca son yıllarda OECD, EPA ve AB gibi kuruluşların 3R prensibini kabul etmelerinden dolayı, memeli hayvanlarda yapılan mekanistik ve metabolizma çalışmalarının sınırlandırılması nedeniyle Schiff bazları araştırmalarının maya model hücrelerinde de standardize, güvenilir ve tekrarlanabilir protokollere göre yürütülebilirliği ortaya konulmuştur.

Çalışmamız ile elde ettiğimiz verilerin ve sonuçların diğer canlı modelleri üzerindeki benzer çalışmalara kaynak ve yararlı olacağı, hücre kültürü çalışmalarında hücre gelişimine olan etkileri incelenebileceği, *in vivo* test sistemleri kullanılarak yapılacak ileriki çalışmalar ile desteklenebileceği ve literatür bilgisine katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Çalışma Bitlis Eren Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün (BEBAP 2016.04) desteği ile gerçekleştirilmiştir.

## KAYNAKLAR

Ahmed HJ, Ezer N 2008. Prunella L. türlerinin kimyasal bileşikleri ve biyolojik aktiviteleri. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 28: 93-113.

Akkuş İ 1995. Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri. 1. Baskı, Mimoza Yayınları, Konya, 3-10s.

Amirkhanov VM, Bundya EA, Trush VA, Ovchynnikov VA, Zaitsev VN 1999. Coordination compounds of Co (II), Ni(II), Mn(II), and Zn(II) with new representative of carbacylamidophosphates-potential anticancer drugs. 5th International symposium on applied bioinorganic chemistry, Greece.

Bakkali F, Averbek S, Averbek D, Zhiri A, Baudoux D, Idaomar M 2006. Antigenotoxic effects of three essential oils in diploid yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) after treatments with UVC radiation, 8-MOP plus UVA and MMS. Mutation Research, 606: 27-38.

Bergman LW 2001. Growth and Maintenance of Yeast. 2001. Methods in Molecular Biology, Vol. 177, Two-Hybrid Systems: Methods and Protocols Edited by: P. N. MacDonald © Humana Press Inc., Totowa, NJ.

Braconi D, Sotgi M, Millucci L, Paffetti A, Tasso F, Alisi C, Martini S, Rappuoli R, Lusini P, Rosa A, Rossi C, Santucci A 2006. Comparative analysis of the effects of locally used herbicides and their active ingredients on a wild-type wine (*Saccharomyces*

*cerevisiae*) strain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54: 31633172.

Braconi D, Bernardini G, Santucci A 2015. *Saccharomyces cerevisiae* as a model in ecotoxicological studies: A post-genomics perspective. Journal of Proteomics, 137:19-34.

Ceyhan G, Çelik C, Uruş S, Demirtaş İ, Elmastaş M, Tümer M 2011. Antioxidant, electrochemical, thermal, antimicrobial and alkane oxidation properties of tridentate Schiff base ligands and their metal complexes. Spectrochimica Acta Part A, 81: 184-198.

Chavan VL, Mehta BH 2011. X-ray, Thermal and biological studies of Ru (III), Rh(III) and Pd(II) schiff base metal complexes. Research Journal of Chemistry and Environment, 15: 57-61.

Cheeseman KH, Slater TF 1993. An in production to free radical biochemistry. British Medical Bulletin, 49 (3): 481-93.

Chohan ZH, Praveen M 2001. Synthesis, characterization, coordination and antibacterial properties of novel asymmetric 1,1'-disubstituted ferrocene-derived Schiff-base ligands and their Co(II), Cu(II) Ni(II) and Zn(II) complexes. Applied Organometallic Chemistry, 15: 617-625.

Chu Z, Huang W 2007. Syntheses and structures of two new bis-N,O-bidentate schiff base ligands and their respective copper(II) complexes with dinuclear double-helical configuration. Journal of Molecular Structure, 837: 15-22.

Dikci İ 1999. Akut viral hepatitlerle interferon tedavisi görmüş kronik viral hepatitlerde oksidatif stresin araştırılması. Selçuk Üni. Tıp Fak. Biyokimya Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, 73s.

Dolaz M, McKee V, Uruş S, Demir N, Sabik AE, Golcu A, Tumer M 2010. Synthesis, structural characterization, catalytic, thermal and electrochemical investigations of bidentate Schiff base ligand and its metal complexes. Spectrochimica Acta A, 76: 174-181.

Dominguez-Vera JM, Galvez N, Moreno JM, Colacio E 1998. Copper (II) complexes of two new oxamate bis-tetradentate schiff-base ligands. Polyhedron, 17: 2713-2718.

Ellman GI 1959. Tissue sulfhydryl groups. Archives of Biochemistry and Biophysics, 70-77.

Esterbauer H, Gebicki J, Puhl H, Jgens G 1992. The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL. Free Radical Biology and Medicine, 13: 341-90.

Garcia JJ, Reiter RJ, Guerrero JM, Escames G, Yu BP, Oh CS 1997. Melatonin prevents changes in microsomal membrane fluidity during induced lipid peroxidation. FEBS Letters, 408: 297-300.

Helmut S, 1976. Metal ions in biological systems, Marcel Dekker Inc, New York, 2-50s.









Izawa S, Inoue Y, Kimura, A 1995. Oxidative stress response in yeast: effect of glutathione on adaption



- to hydrogen peroxide stress in *Saccharomyces cerevisia*. *FEBS Letters*, 368: 73-76.
- Karlin KD, Tyekkerz L 1993. *Bioorganic Chemistry of Copper*. Chapman and Hill, New York.
- Kaya B 2003. Anti-genotoxic effect of ascorbic acid on mutagenic dose of three alkylating agents. *Turkish Journal of Biology*, 27: 241-246.
- Kelland LR, Barnard CF, Mellish KJ, Jones M, Goddard PM, Valenti M, Bryant A, Murrer BA, Harap KR 1994. A novel trans-platinum coordination complex possessing in vitro and in vivo antitumor activity. *Cancer Research*, 54: 5618-5622
- Kim C, Yoong-He L 1992. Synthesis and evaluation of uracil-6-carboxaldehyde Schiff bases as potential antitumor agents. *Korean Journal of Medicinal Chemistry*, 2(1).
- Kirecci OA 2017. *Saccharomyces cerevisiae*'nin gelişme ortamına ilave edilen ağır metallerin (Mn, Mg, Cd, Fe) bazı biyokimyasal parametrelere etkileri. *KSU Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(3): 175-184.
- Klayman DL, Scovill JP, Bartosevich JF, Bruce J 1983. 2-Acetylpyridine thiosemicarbazones. 1-[1-(2-Pyridyl) ethyl]-3-thiosemicarbazides as potential antimalarial agents. *Journal of Medicinal Chemistry*, 26-35.
- Kuduk J, Trynda L 1994. Impact of K<sub>2</sub> PtCl<sub>6</sub> on the structure of human serum albumin and its binding ability of heme and bilirubin. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 53: 4, 249-260.
- Lee JH, Choi IY, Kil IS, Kim SY, Yang ES, Park J 2001. Protective role of superoxide dismutases against ionizing radiation in yeast. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1526: 191-198.
- Li-Juan C, Fu-Ming M, Guang-Xing L 2009. Co (II) Schiff base complexes on silica by sol-gel method as heterogeneous catalysts for oxidative carbonylation of aniline. *Catalysis Communication*, 10: 981-985.
- Lowry OH, Rosenbrough NJ, Farr AL, Randall RJ 1951. Protein measurement with the folin-phenol reagent. *The Journal of Biochemistry*, 193: 265-277.
- Mathur S, Tabassum S 2006. New homodi- and heterotrinnuclear metal complexes of Schiff base compartmental ligand: Interaction studies of copper complexes with calf thymus DNA. *Central European Journal of Chemistry*, 4: 502-522.
- Metzler CM, Cahill A, Metzler DE 1980. Equilibria and absorption spectra of Schiff bases. *Journal of The American Chemical Society*, 102(19): 6075-6082.
- Mirabelli CK, Hill DT, Faucette LF, McCabe FL, Girard GR, Bryan DB, Sutton BM, Bartus JO, Crooke ST, Johnson RK 1987. Antitumor activity of bis(diphenylphosphino)alkanes, their gold(I) coordination complexes, and related compounds. *Journal of Medicinal Chemistry*, 30: 2181-90
- Mounika K, Anupama B, Pragathi J, Gyanakumari C 2010. Synthesis, characterization and biological activity of a Schiff base derived from 3-ethoxy salicylaldehyde and 2-amino benzoic acid and its transition metal complexes. *Journal of Scientific Research*, 2: 513-524.
- Mukherjee S, Samanta, S, Roy, B. C, Bhaumik, A 2006. Efficient allylic oxidation of cyclohexene catalyzed by immobilized Schiff base complex using peroxides as oxidants. *Applied Catalysis A: General*, 301: 79-88.
- Niederhoffer EC, Timmons JH, Martel AG 1984. Thermodynamics of oxygen binding in natural and synthetic dioxygen complexes. *Chemical Reviews*, 84-137.
- Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry*, 95: 351.
- Patel VK, Vasanwala AM, Jejurkar CR 1989. Synthesis of mixed Schiff base complexes of Cu (II) and Ni (II) and their spectral, magnetik and antifungal studies. *Indian Journal of Chemistry*, 28A: 719-721.
- Penninckx M 2000. A short review on the role of glutathione in the response of yeasts to nutritional, environmental, and oxidative stresses. *Enzyme and Microbial Technology*, 26: 737-742.
- Peralta RA, Neves A, Bortoluzzi AJ, dos Anjos A, Xavier FR, Szpoganicz B, Terenzi H, Oliveira MCB, Castellano E, GR, Friedermann, Mangrich, AS, Novak MA 2006. New unsymmetric dinuclear Cu (II)Cu(II) complexes and their relevance to copper(II) containing metalloenzymes and DNA cleavage. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 100: 992-1004.
- Prashanthi Y, Raj S 2010. Synthesis and characterization of transition metal complexes with N,O; N,N and S,N-donor Schiff base ligands. *Journal of Scientific Research*, 2: 114-126.
- Raman N, Muthuraj V, Ravichandran S, Kulandaisamy, A 2003. Synthesis, characterization and electrochemical behavior of Cu (II), Co(II), Ni(II) and Zn(II) complexes derived from acetylacetone and p-anisidine and their antimicrobial activity. *Proceedings of the Indian Academy of Science*, 115-161.
- Reiss A, Florea S, Caproiu T, Stanica N 2009. Synthesis, characterization, and antibacterial activity of some transition metals with the Schiff base N-(2-furanylmethylene)-3-aminodibenzofuran. *Turkish Journal of Chemistry*, 33: 775 - 783.
- Reddy KH, Reddy PS 2000. Nuclease activity of mixed ligand complexes of copper (II) with heteroaromatic derivatives and Picoline. *Transition Metal Chemistry*, 25: 505-510.
- Rho YS, Kim SA, Jung JC, Shin CC, Chang SG 2002. Anticancer cytotoxicity and nephro- toxicity of the

- new platinum (II) complexes containing diaminocyclohexane and glycolic acid. *International Journal of Oncology*, 20: 929-35.
- Sağlam N, Çolak A, Serbest K, Dülger S, Güner S, Karaböcek S, Beldüz AO 2002. Oxidative cleavage of DNA by homo- and heteronuclear Cu(II)-Mn(II) complexes of an oxime-type ligand. *Biometals*, 15: 357- 365.
- Scovill JP, Klayman DL, Franchino F 1982. 2-Acetylpyridine thiosemicarbazones. 4. Complexes with transition metals as antimalarial and antileukemic agents. *Journal of Medicinal Chemistry*, 25: 1261.
- Serin S 1980. 1,3-difenil-2-tio-4,5-bis(hidroksimino)-1,2,4,5-tetrahidroimidazol eldesi, geometrik izomerleri, geçiş metalleri ile kompleks formasyonları. KTÜ. Fen Bil. Ens., Kimya ABD, Doktora Tezi, Trabzon.
- Silva AR, Wilson K, Clark JH, Freire C 2006. Covalent attachment of chiral manganese (III) salen complexes onto functionalised hexagonal mesoporous silica and application to the asymmetric epoxidation of alkenes. *Microporous and Mesoporous Materials*, 91: 128-138.
- Shayma AS, Yang F, Abbas AS 2009. Synthesis and characterization of mixed ligand complexes of 8-hydroxyquinoline and o-hydroxybenzylidene-1-phenyl-2,3-dimethyl-4-amino-3-pyrazolin-5-on with Fe(II), Co(II), Ni(II) and Cu(II) ions. *European Journal of Scientific Research*, 33: 702-709
- Şekeroğlu, ZA, Şekeroğlu V 2011. The in vitro alkaline comet assay in genetic toxicology. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 5: 49-54.
- Takani M, Yajimab T, Masudac H, Yamauchi O 2002. Spectroscopic and structural characterization of copper (II) and palladium (II) complexes of a lichen substance usnic acid and its derivatives. Possible forms of environmental metals retained in lichens. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 91: 139-150.
- Tamarit J, Cabisco E, Ros J 1998. Identification of the major oxidatively damaged proteins in *Escherichia coli* cells exposed to oxidative stress. *Journal of Biological Chemistry*, 273: 3027 – 3032.
- Treshchalina EM, Konovalova AL, Presnov MA, Chapurina LF, Belichuk NI 1979. Antitumor properties of mixed coordination compounds of copper (II) and alpha-amino acids. *Doklady Akademii Nauk*, 248: 1273-6).
- Wang XW, Zheng YQ 2007. A dinuclear copper (II) complex and a zigzagchain iron(II) polymer based on the 4-antipyrine derived Schiff base ligands: The hydroxylation and redox occurred under the solvothermal conditions. *Inorganic Chemistry Communication*, 10: 709-712.
- West DX, Pannel LK 1989. Transition metal ion complexes of thiosemicarbazones derived from 2-acetylpyridineN-oxide. II. The N-dimethyl derivative. *Transition Metal Chemistry*, 14: 457-462.
- Xu GJ, Yan SP, Liao DZ, Jiang ZH, Cheng P 2005. A New Schiff Base Copper (II) Complex: Bis [N-(4-hydroxysalicylidene)-N,N-diethylethylenediamine-K 2 N,O]bis[(oxalato- K 2O,O)copper(II)]dihydrate. *Acta Crystallographica*, E61: 933-935.
- You ZL, Zhu HL 2004. Syntheses, crystal structures, and antibacterial activities of four Schiff base complexes of copper and zinc. *Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie*, 630: 2754-2760.
- Zeishen W, Zigi G, Zhenhuan Y 1990. Synthesis, characterization and anticancer activity of L – alanin Schiff base complexes of copper ( II ), zinc(II ), and cobalt ( II ). *Inorganic Metal Organic Chemistry*, 20 (3): 335 – 344.

## Investigation of Cytotoxic Effect of *Salvia pilifera* Extracts and Synthetic Chlorogenic and Caffeic Acids on DU145 Prostate Cancer Cells Line

Önder YUMRUTAŞ<sup>1</sup>, Mustafa PEHLİVAN<sup>2</sup>, Celal GÜVEN<sup>3</sup>, İbrahim BOZGEYİK<sup>1</sup>,  
Esra BOZGEYİK<sup>4</sup>, Pınar YUMRUTAŞ<sup>5</sup>, Ebru TEMİZ<sup>4</sup>, Fatih ÜÇKARDEŞ<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Adiyaman University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biology, Adiyaman, Türkiye, <sup>2</sup>University of Gaziantep, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Gaziantep, Türkiye, <sup>3</sup>Adiyaman University, Faculty of Medicine, Department of Biophysics, Adiyaman, Türkiye, <sup>4</sup>University of Gaziantep, Faculty of Medicine, Dept. of Medical Biology and Genetics, Gaziantep, Türkiye, <sup>5</sup>University of Gaziantep, Faculty of Medicine, Department of Respiratory Biology, Gaziantep, Türkiye, <sup>6</sup>Adiyaman University, Faculty of Medicine, Dept. of Biostatistics and Medical Informatics, Adiyaman, Türkiye

✉: yumrutasonder@gmail.com

### ABSTRACT

*Salvia* species have been used in the treatment of many diseases due to their medical effects, however, the studies concerning the effects of these species on prostate cancer are limited. In this study, we aimed to determine anti-carcinogenic activities of dichloromethane (DCM) and methanol (MeOH) extracts of *Salvia pilifera* and the synthetic chlorogenic (CGA) and caffeic acids (CA) on DU-145 prostate cancer cells. The cytotoxicity of extracts and synthetic compounds on cell viability of DU-145 was measured by using MTT method. Induction of apoptosis was tested by using Annexin V and 7ADD staining. DNA fragmentation was evaluated in cells. Also, transcript levels of Bax, Caspase 3, Caspase 9 and Bcl-2 and Bcl-xL genes were determined. Lastly, the phenolic compounds in MeOH extract were determined by HPLC. In MTT test, extracts, CGA and CA were found to be diminished proliferation of DU145 cells. However, in apoptosis assay, no apoptotic activity for extract and synthetic compounds was observed. In DNA fragmentation test, while no significant difference in extracts group was observed as compared to controls, fragmentation as swab in synthetic compound groups was found. Small changes were observed in transcription levels of apoptotic and antiapoptotic genes. A total of 11 phenolic acids were determined including fumaric acid, gallic acid, galocatechin, catechin, oleorufin, 4-hydroxybenzoic acid, caffeic acid, syringic acid, ellagic acid, 3-hydroxy cinnamic acid and protocatechuic acid. Results of the present study suggest that *S. pilifera* extracts and synthetic CGA and CA might have cytotoxic effects on DU145 cell at certain concentration ( $\geq 50 \mu\text{g ml}^{-1}$  for DCM;  $\geq 100 \mu\text{g ml}^{-1}$  for MeOH;  $\geq 1 \mu\text{g ml}^{-1}$  for CGA and CA) yet that these effects may be manifested through another pathway but apoptosis.

DOI:10.18016/ksudobil.302249

### Article History

Received: 29.03.2017

Accepted : 22.05.2017

### Keywords

*S. pilifera* extract,  
Caffeic acid,  
Chlorogenic acid,  
Cytotoxicity,  
Apoptosis,  
Prostate cancer

### Research Article

## Prostat Kanser Hücre Hattı DU145 Üzerine *Salvia Pilifera* Ekstraktları ile Sentetik Klorojenik ve Kafeik Asidin Sitotoksik ve Apoptotik Etkilerinin İncelenmesi

### ÖZET

*Salvia* türleri tıbbi etkilerinden dolayı pek çok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır, ancak bu türlerin prostat kanseri üzerine etkilerini gösteren çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu çalışmada, *S. pilifera* diklorometan (DCM) ve metanol (MeOH) ekstraktları ile sentetik klorojenik (CGA) ve kafeik asitin (CA) DU145 prostat kanser hücreleri üzerine antikanser aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. DU145 hücrelerinin canlılığı MTT boyama testi ile belirlenmiştir. Apoptozun indüklenmesi Annexin V ve 7ADD boyama kiti kullanılarak belirlenmiştir. Özüt uygulaması sonrasında hücrelerin DNA'ları izole edilerek

### Makale Tarihi

Geliş : 29.03.2017

Kabul : 22.05.2017

### Anahtar Kelimeler

*S. pilifera* ekstrakt,  
Kafeik asit,  
Klorojenik asit,  
Apoptosis,  
Prostat kanser

### Araştırma Makalesi

fragmentasyona bakılmıştır. Son olarak, BAX, Kaspaz3 ve 9, Bcl2 ve Bcl-xL gen ekspresyon seviyeleri ölçülmüştür. Bununla birlikte, MeOH ekstraktındaki olası fenolik bileşikler HPLC ile belirlenmiştir. MTT testinde, ekstrakt ve sentetik fenoliklerin DU145 hücrelerinin canlılığını azalttığı tespit edilmiştir. Ancak apoptoz indüklemeye testinde ekstrakt ve fenoliklerin herhangi bir aktivite sergilemedikleri belirlenmiştir. DNA fragmentasyon testinde, kontrolle kıyaslandığında ekstrakt uygulanan gruplarda bir farklılık görülmezken, CGA ve CA uygulama gruplarında sürüntü şeklinde parçalanma gözlenmiştir. Ayrıca, apoptotik ve antiapoptotik gen ekspresyonlarında zayıf değişimler gözlenmekle birlikte bu değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ayrıca, *S. pilifera*'da fumarik asit, gallik asit, gallokateşin, kateşin, oleorufein, 4-hidroksibenzoik asit, kafeik asit, sirinjik asit, ellajik asit, 3-hidroksi sinnamik asit ve protokateşik asit belirlenmiştir. Sonuç olarak, *S. pilifera* DCM ve MeOH özütleri ve kullanılan sentetik fenolik asitlerin prostat kanser hücreleri üzerine belirli dozlarda (DCM için  $\geq 50 \mu\text{g ml}^{-1}$ ; MeOH için  $\geq 100 \mu\text{g ml}^{-1}$ ; CGA and CA için  $\geq 1 \mu\text{g ml}^{-1}$ ) sitotoksik etki gösterdikleri, ancak bu etkinin apoptoz yoluyla ilişkili olmadığı belirlenmiştir.

**To Cited :** Yumrutaş Ö, Pehlivan M, Güven C, Bozgeyik İ, Bosgeyik E, Yumrutaş P, Temiz E, Üçkardeş F 2018. Prostat Kanseri Hücre Hattı DU145 Üzerine *Salvia Pilifera* Ekstraktları ile Sentetik Klorojenik ve Kafeik Asidin Sitotoksik ve Apoptotik Etkilerinin İncelenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):141-147, DOI:10.18016/ksudobil.302249.

## INTRODUCTION

Prostate cancer is one of the leading causes of death among male population. Although several types of treatment strategies have been utilized to fight against this cancer type (Morote et al., 2016), the adverse effects of current strategies such as chemotherapy and radiotherapy is vastly high to be ignored. Due the adverse effects of synthetic chemotherapeutics, developing novel natural anti-cancer agents with low toxic effects is very important (Unnati et al., 2013). In this regard, the number of studies on plant-derived agents that may have the potential anticancer effects has increased considerably (Ren et al., 2016; Wu et al., 2017). The members of Lamiaceae family of plants have been used widely in numerous anticancer studies (Russo et al., 2013; Sghaier et al., 2016). Plants belonging to the Lamiaceae family have long been used in many countries as tea and spices. One of the most popular genus of this family is *Salvia*. It is estimated that this genus has nearly 900 species in the world (Walker et al., 2004). *Salvia* genus spread to Turkish flora with 94 taxa and 45 of which is endemic (Davis, 1982). The secondary plant metabolites of this genus are highly varied (Lu and Yeap, 2002). Accumulating body of evidence suggest that *Salvia* species has several biological activities including antioxidant (Yumrutaş et al., 2012), antimicrobial (Bahadori et al., 2015), anti-inflammatory (Jung et al., 2009), analgesic (Amabeoku et al., 2001), and anticancer (Russo et al., 2016) effects. Additionally, species of this genus was reported to be used in many anticancer studies. In a study by Farimani et al. (2015) indicated that triterpenoids of *S. urmiensis* sustained anticancer activities on HeLa and

HepG2 cancer cells and induced apoptosis by regulating Bcl2 family of proteins. In a different study, methanol extracts of *S. chinensis*, which is rich in polyphenols, was reported to induce apoptosis and cell cycle arrest at G0/G1 in pancreatic cancer cells, showing strong anticancer activities (Zhao et al., 2015). It has been also reported that the *Salvia* species growing in Turkey have various biological activities including antioxidant (Koşar et al., 2011), antimicrobial (Tepe et al., 2005) and acetylcholinesterase inhibitory (Tel et al., 2010) activities. But, the information about anticancer activities of *Salvia* species is very limited. *S. pilifera* is an endemic species and was reported to have antioxidant and antimicrobial activities (Kelen and Tepe, 2008). Yet, its anticancer activity remains elusive. Accordingly, in the present study, we aimed to evaluate anticancer activities of semi polar and polar extracts of *S. pilifera* on a prostate cancer cell line, DU-145.

## MATERIAL and METHODS

### Preparation of extracts

For the preparation of Dichloromethane (DCM) and Methanol (MeOH) standard Soxhlet extraction method was followed (Sokmen et al., 1999). Briefly, plant materials (40 g) were air-dried and then the samples were extracted in a Soxhlet apparatus with DCM (400 ml) and MeOH (400 ml) at 40 and 50 °C for 6 h, respectively. Both extracts were then concentrated by using a rotary vacuum evaporator at 45 °C. Finally, the extracts were kept in the dark at +4 °C for further studies.



### MTT cell viability assay

For the determination of cell viability of DU-145 cells, MTT (3- [4,5- dimethylthiazol- 2- yl]- 2,5- diphenyl-tetrazolium bromide) cell viability assay was used. DU-145 were seeded to 96-well plates with a  $1 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$  and incubated for a period of 24 hours with 25, 50, 100, 150  $\mu\text{g ml}^{-1}$  doses of extracts and 0.2, 1, 5 and 25  $\mu\text{g ml}^{-1}$  doses of phenolic acids. After 24 hours, cells were washed with PBS and treated with 1  $\text{mg ml}^{-1}$  MTT (Sigma) dissolved in growth medium and incubated at 37°C for 45 minutes. Subsequently, MTT solution was removed and dimethyl sulfoxide (DMSO) (Sigma-Aldrich, MO, USA) was used to dissolve absorbed dye. Immediately, plates were read at 570 nm using an EZ read 400 microplate reader (Biochrom, Cambridge, UK). The experiment was repeated four times.

### Determination of Apoptosis via Annexin V/7ADD staining

For the apoptosis analysis by Annexin V/7ADD staining, cells were seeded at a  $1 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$  density to 6-well plates and active doses of extracts and phenolic acids were applied for a period of 24 hours. Subsequently, cells were trypsinized and subjected to Annexin V/7ADD staining and analyzed at flow cytometry (Beckman Coulter). This experiment was repeated two times.

### DNA fragmentation analysis

DNA fragmentation analysis was performed according to Yang et al. (2000). Prostate cancer cells were seeded at a  $3 \times 10^6 \text{ ml}^{-1}$  density and incubated with the various doses of DCM and MeOH extracts for a period of 24 hours. Cells were harvested after 24 hours and subjected to DNA isolation by standard phenol-chloroform method. And then the isolated DNAs were run on a 2.0% of agarose for electrophoresis (Thermo Scientific, Germany) and visualized under UV light imaging system (Vilber Lourmat, France)

### Gene transcription analysis by qPCR

Gene transcription levels of apoptotic and anti-apoptotic genes were determined by using real-time PCR method. Briefly, cells were incubated with the appropriate doses for 24 hours and subjected to total RNA isolation. RNA samples were further converted to cDNA by using first strand cDNA synthesis kit. All the transcription reactions were performed by using thermos maxima syber green kit in Rotor Gene 6000 Real-Time PCR. This experiment was repeated three times. The primer pairs used are given in Table 1.

### Determination of phenolic acid contents of extracts

For the determination of phenolic acid content of extracts high-performance liquid chromatography (HPLC) method was used. For the analysis,

ChemStation software, G1322A model degasser, G1311 model quaternary pump, G1329 model auto-sampler device and G1321 model fluorescence detector were used. The separation was performed using Zorbax Eclipse XDB-C18 model columns (150 mm, 4.6 mm and 5  $\mu\text{m}$  particle width) (Shimadzu, Waldbronn, Germany).

Table 1. Primer pairs used in the amplification of apoptotic and anti-apoptotic genes.

Genes	Primer sequences	
<b>Bcl-xL</b>	Forward	5-CCCAGAAAGGATACAGCTGG-3
	Reverse	5-GCGATCCGACTCAC-CAATAC-3
<b>Bcl-2</b>	Forward	5-GAACTGGGGGAGGATTGTGG-3
	Reverse	5-CCGGTTCAGGTACTCAGTCA-3
<b>Caspase3</b>	Forward	5-AGAGGGGATCGTTGTAGAAG-3
	Reverse	5-GTTGCCACCTTTCGGTTAAC-3
<b>Caspase9</b>	Forward	5-TGTTCAAGCCCCATATGATCG-3
	Reverse	5-GGAAAGCTTTGGGGTGCAAG-3
<b>Bax</b>	Forward	5-GATGATTGCCGCCGTGGAC-3
	Reverse	5-GGGTGAGGAGGCTTGAGGAG-3
<b>GAPDH</b>	Forward	5-GAAGGTGAAGGTCG-GATGC-3
	Reverse	5-GAAGATGGTGATGGGATTTTC-3

### Statistical analysis

For the statistical evaluation of data GraphPad Prism and SPSS package softwares were used. Gene transcription levels of genes were calculated using the formula ;  $2^{-\Delta\text{Ct}}$  ( $\Delta\text{Ct} = \text{CT}_{\text{Target gene}} - \text{CT}_{\text{Reference Gene}}$ ). Normalization of the gene transcription data was achieved using GAPDH as a reference gene. For all statistical analysis, p values were two-tailed and  $p < 0.05$  accepted as statistically significant.

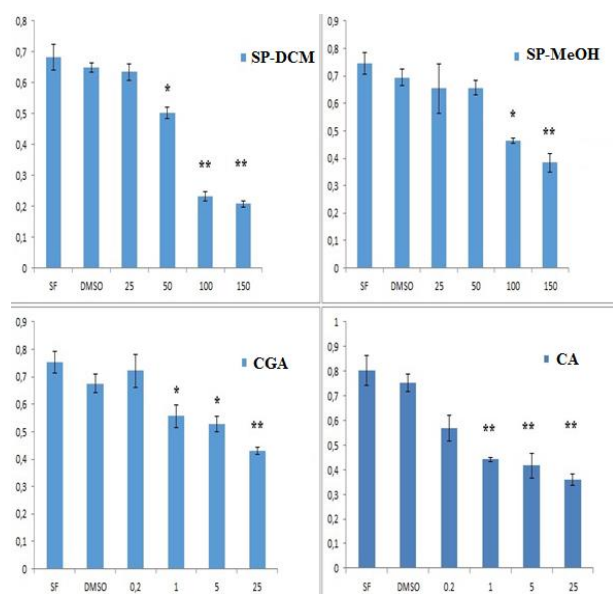
## RESULT and DISCUSSION

For the investigation of anticancer activities anti-proliferative, apoptotic and related gene transcriptions were assessed after extract treatments. Additionally, phenolic acid constituents of each extracts were determined. Anticancer activities of CGA and CA were also determined.

### Anti-proliferative activities of *S. pilifera* extracts, CGA and CA

To evaluate anti-proliferative activities of *S. pilifera* extracts, CGA and CA MTT cell viability assay was performed. For the determination of cell viability of

DU-145 prostate cancer cells various concentrations of extracts, CGA and CA were used. For the DCM and MeOH extracts of *S. pilifera* 25, 50, 100 and 150  $\mu\text{g ml}^{-1}$  doses were used. For the CGA and CA 0.2, 1, 5 and 25  $\mu\text{g ml}^{-1}$  application doses were used. As a result, DCM extract of *S. pilifera* was found to inhibit proliferation of DU-145 prostate cancer cells in a dose-dependent manner (Figure 1). Changes in 100 and 150  $\mu\text{g ml}^{-1}$  doses were found to be statistically significant ( $p < 0.01$ ). Similar to DCM extract, MeOH extract also showed anti-proliferative activity at 100  $\mu\text{g ml}^{-1}$  ( $p < 0.05$ ) and 150  $\mu\text{g ml}^{-1}$  ( $p < 0.01$ ) doses. As a result, CGA showed highest activity at 25  $\mu\text{g ml}^{-1}$  doses ( $p < 0.01$ ), while 1 and 5  $\mu\text{g ml}^{-1}$  ( $p < 0.05$ ) doses was showed nearly same activity. Likewise, all of doses of CA showed highest anti-proliferative activity on prostate cancer cells ( $p < 0.01$ ). Accordingly, doses were chosen to be 150  $\mu\text{g ml}^{-1}$  for DCM extract and MeOH extract and 25  $\mu\text{g ml}^{-1}$  for CGA and CA. Accumulating mass of indication suggest that some species of salvia inhibits proliferation of cancer cells (Russo et al., 2013; Russo et al., 2016). In addition, CA was reported to inhibit proliferation of HT-1080 cells (a human fibrosarcoma cell line) and altered mitochondrial membrane hemostasis (Prasad et al., 2011). Consistent with the previous findings, in our study, we also revealed that *S. pilifera* and CA show significant anti-proliferative activities.



**Figure 1.** Antiproliferative effects of DCM and MeOH of *S. pilifera*, CGA and CA on DU145 prostate cancer cells. SP-DCM: *S. pilifera* DCM extract, SP-MeOH: *S. pilifera* MeOH extract

### Induction of apoptosis in DU-145 cells after extract and synthetic phenolic compounds treatments

Apoptosis is accepted as a natural defense mechanism against cancers. It is evident that plants and their

phytochemicals induces apoptosis and inhibits proliferation of cancer cells, showing significant anticancer activities (Mei et al., 2016, Weidner et al., 2015). To reveal which type of cell death induced after *S. pilifera* extract treatments, we used Annexin V/7ADD double staining assay. As a result, apoptotic programmed cell death was found to be not induce after DCM and MeOH extracts treatments (Figure 2). Similar to *S. pilifera* plant extracts, phenolic acids of CGA and CA did not induced apoptosis in DU-145 cells. However, significant necrotic effect was observed in CA treated cells. In previous studies, various species of Salvia was reported to induce apoptosis in different types of cancer cells. In particular, ethanol extract of *S. chinensis*, which is rich in phenolic acids, was reported to be induced apoptosis in pancreatic cancer cells (Zhao et al. 2015).

### Determination of DNA fragmentation

In addition, Russo et al. (2016) reported that essential oils of *S. aurea*, *S. judaica* and *S. viscosa* induce apoptosis by activating caspases. Also, CGA was reported to be interfered with proliferation of A549 lung cancer cells and played a chemo-preventive role by the suppression of NF- $\kappa$ B, AP-1, and MAPK activation (Feng et al., 2005). Moreover, Granadoserrano et al. (2007) postulated that CGA treatments in human hepatocellular carcinoma cell line (HepG2) are not associated with the BCL-2 and BAX transcriptions, thus in turn, not associated with the apoptosis. Consequently, different species of Salvia genus seems to have different biological activities. Therefore, it can be concluded that DCM extract, MeOH extract, CGA and CA have no apoptotic activity in DU145 prostate cancer cells.

To confirm the results of the Annexin V/7ADD double staining assay, we also performed DNA fragmentation assay. DNA fragmentation is one of the indicators of cellular apoptosis (Kerr and Winterfold, 1994). As a result of the DNA fragmentation assay, both extracts and phenolic acids (CGA and CA) were found to be not induced fragmentation of DNA in DU-145 cells. In consistent with the results of Annexin V/7ADD double staining assay, DCM extract and MeOH extract of *S. pilifera* was found to be not successful in triggering apoptotic cell death. Also, in phenolic acid treated cells, smear-like banding pattern observed. The reason behind this observation can be the uncontrolled DNA fragmentation resulted from necrotic cell death as we observed in flow cytometric analysis (Figure 3) (Kerr and Winterfold, 1994).

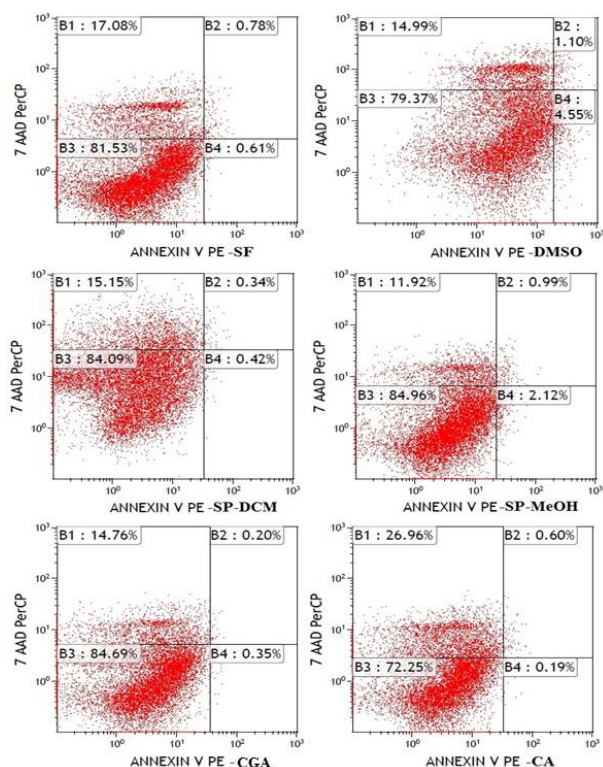


Figure 2. Apoptosis induction effects of DCM and MeOH extracts of *S. pilifera*, CGA and CA on DU145 prostate cancer cells. SPM: *S. pilifera* MeOH extract, SPD: *S. pilifera* DCM extract, B1: Necrotic cells, B2: Late apoptotic cells, B3: unaffected cancer cells, B4: Early apoptotic cells

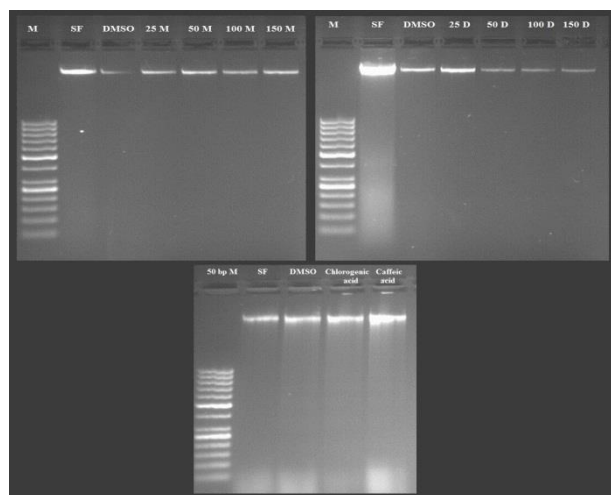


Figure 3. DNA fragmentations effects of DU145 cells after treatment of DCM and MeOH extracts of *S. pilifera*, CGA and CA. M: marker, 25D-150D: DCM extract doses, 25M-150M: MeOH extract doses.

**Transcription levels of apoptotic and anti-apoptotic genes**

In living cells, apoptosis, as it is also called programmed cell death, is a programmed mechanism which is tightly coordinated by the transcription of

several pro-apoptotic (BAX, BID, and BAK) and anti-apoptotic (such as BCL-2 and BCL-xL) genes. In normal circumstances, the levels of pro-apoptotic and anti-apoptotic proteins are kept in balance (Johnstone et al. 2002). Yet, under abnormal circumstances such as irreversible DNA damage, the apoptosis mechanism is triggered by transcription pro-apoptotic proteins (Johnstone et al., 2002). In our study, to investigate whether apoptosis is induced at molecular level, transcription levels of apoptotic (Caspase 3, 9 and BAX) and anti-apoptotic (BCL-2 and BCL-xL) were determined after extract and phenolic acid treatments as presented Figure 4.

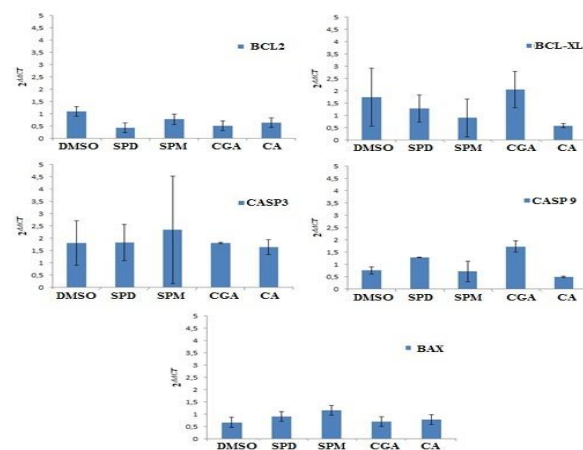


Figure 4. Effects of DCM and MeOH extracts, CGA and CA on transcription of apoptotic and antiapoptotic genes. SPM: *S. pilifera* MeOH extract, SPD: *S. pilifera* DCM extract

Particularly, no significant transcription change was observed after extract and phenolic acid treatments. In addition, transcription levels of Caspase 9 and BCL2 were found to be slightly increased in CGA treated cells, yet these changes were statistically insignificant ( $p>0.05$ ). Ali et al (2017) reported that CGA exhibited anti apoptotic effect due to decrease levels of the apoptotic markers including Bax, BCL-2 and Casp 3, 9. In previous studies, salvia species were reported to effect transcription levels of apoptotic and anti-apoptotic genes. In particular, Farimani et al (2015) reported that transcription levels of BCL2 and BCL2 family of genes were reduced and BAX increased in HeLa and HepG2 cancer cells after treatment with triterpenoids of *S. urmiensis*. Suggesting that triterpenoids of *S. urmiensis* induces apoptosis by altering transcription levels of pro-apoptotic and anti-apoptotic genes, showing significant anti-cancer activity. Moreover, Russo et al (2016) reported that apoptosis was induced in melanoma cells by the increased caspase 3 transcription levels after treatment with the essential oils of Salvia species. In addition to, in prostate cancer cells tanshinone 1 which is isolated from *S. miltiorrhiza*, was reported to induce



apoptosis by reducing BCL2, and increasing BAX gene transcription (Gong et al., 2011). Taken together, the results of the current study suggest that *S. pilifera* plant extracts, CGA and CA phenolic acids have no apoptotic activity.

### Phenolic acid contents of extracts

A growing body of evidence suggest that salvia species contains a significant amount and variety of phytochemicals. Additionally, phytochemicals derived from this species was reported to be significantly associated with the increased apoptotic activity (Farimani et al., 2015; Giacomelli et al., 2013). To determine the number and the amount of phenolic acids present in MeOH extract of *S. pilifera* high-performance liquid chromatography (HPLC) method was used. As a result, a total of 11 phenolic acids were determined including fumaric acid, gallic acid, gallocatechin, catechin, oleorufin, 4-hydroxybenzoic acid, CA acid, syringic acid, ellagic acid, 3-hydroxy cinnamic acid and protocatechuic acid as presented in Table 2.

Table 2. Phenolic acids determined in MeOH extract of *S. pilifera* by HPLC analysis.

Phenolics	Concentration (mg kg <sup>-1</sup> )
Fumaric acid	116,094
Gallic acid	0,061
Gallocatechin	6,967
Catechin	0,732
Oleorufin	94,113
4-hydroxybenzoic acid	0,211
CA acid	3,815
Syringic acid	6,132
Ellagic acid	3,088
3-hydroxy cinnamic acid	0,290
Protocatechuic acid ethyl ester	1,220

Moreover, fumaric was found to be most abundant compound. Also, oleorufin was the second most abundant compound in extracts. In addition, 1,8-cineol, borneol and camphor, alpha and beta pinene, caryophyllene oxide and thymol volatile oils were determined. Consistent with these findings, Orhan et al. (2012) in their study determined p-hydroxybenzoic acid, valinic acid, CA acid, CGA acid, ferulic acid, rosmarinic acid and t-cinnamic acid in MeOH extract of *S. pilifera* by HPLC analysis.

### CONCLUSIONS

In conclusion, results of the present work shows that DCM and MeOH extracts of *S. pilifera* possess no anticancer activity on prostate cancer cells. Additionally, CGA and CA phenolic acids were shown to have no pro-apoptotic activity on prostate cancer cells. Although both extracts and phenolic acids strongly inhibit the proliferation of prostate cancer

cells, the mechanisms of cell death are not much related to apoptosis. Considering a whole plant extract is composed of a variety of phytochemicals, determination of individual anticancer activities of these chemicals is very important to understand their potential therapeutic use in cancer. In the future studies, it is highly recommended that isolation and characterization of active compound present in extracts is of great interest.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Scientific Research Projects Management Unit of Adiyaman University under Grant (TIPFBAP/2014-0005).

### REFERENCES

- Ali N, Rashid S, Nafees S, Hasan SK, Shahid A, Majed F, Sultana S, 2017. Protective effect of Chlorogenic acid against methotrexate induced oxidative stress inflammation and apoptosis in rat liver: An experimental approach. *Chemico-Biological Interactions*. In press.
- Amabeoku GJ, Eagles P, Scott G, Mayeng I, Springfield E, 2001. Analgesic and antipyretic effects of *Dodonaea angustifolia* and *Salvia africana-lutea*. *J Ethnopharmacol.* 75:117-124.
- Bahadori M, Valizadeh H, Asghari H, Dinparast L, Farimani MM, Bahadori S, 2015. Chemical composition and antimicrobial, cytotoxicity, antioxidant and enzyme inhibitory activities of *Salvia spinosa* L. *Journal of Functional Foods*.18:727-736.
- Davis PH. 1982. *Flora of Turkey and the east aegean Islands*. Edinburgh at the University press. Book, 7, 1982, pp. 431-432.
- Farimani MM, Mohammadi MA, Esmaeili, MA, Salehi P, Ebrahimi NJ, Sonboli A, Hamburger M, 2015. Secoursane-type Triterpenoids from *Salvia urmiensis* with Apoptosis-inducing Activity. *Plant Med.* 81:1290-1295.
- Feng R, Lu Y, Bowman LL, Qian Y, Castranova V, Ding M, 2005. Inhibition of Activator Protein-1, NF-κB, and MAPKs and Induction of Phase 2 Detoxifying Enzyme Activity by Chlorogenic Acid. *J Biol Chem.* 280: 27888-27895.
- Giacomelli E, Bertrand S, Nievergelt A, Zwick V, Simoes-Pires C, Marcourt L, Rivara-Minten E, Cuendet M, Bisio A, Wolfender JL, 2013. Cancer chemopreventive diterpenes from *Salvia corrugata*. *Phytochemistry.* 96: 257-264
- Gong Y, Li Y, Lu Y, Li L, Abdolmaleky H, Blackburn GL, Zhou JR, 2011. Bioactive tanshinones in *Salvia miltiorrhiza* inhibit the growth of prostate cancer cells *in vitro* and in mice. *Int J Cancer.* 29:1042-1052.
- Granado-Serrano AB, Martín AM, Izquierdo-Pulido M, Goya L, Bravo L, Ramos S, 2007. Molecular mechanisms of (-)-epicatechin and chlorogenic acid on the regulation of the apoptotic and



- survival/proliferation pathways in a human hepatoma cell line. *J Agric Food Chem.* 55:2020-2027.
- Johnstone RW, Ruefli AA, Lowe SW, 2002. Apoptosis: A Link between Cancer Genetics and Chemotherapy. *Cell* 108:153–164.
- Jung HJ, Song YS, Lim CJ, Park EH 2009. Anti-inflammatory, anti-angiogenic and anti-nociceptive activities of an ethanol extract of *Salvia plebeia* R. Brown. *J Ethnopharmacol.* 126:355-360.
- Kelen M, Tepe B 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora. *Bioresour Technol.* 99:4096-4104.
- Kerr JFR, Winterfold CM 1994. Apoptosis its significance in Cancer and Cancer Therapy. *Cancer.* 73:2013-2026.
- Koşar M, Göger F, Başer KHC, 2011. In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia halophila* Hedge from Turkey. *Food Chem.* 129 374-379.
- Lu Y, Yeap FL 2002. Polyphenolics of *Salvia* – a review. *Phytochem.* 59:117-140.
- Mei ZY, Shen JZ, Wang Y, Lu AX, Ho WS 2016. Antioxidant and anti-cancer activities of *Angelica dahurica* extract via induction of apoptosis in colon cancer cells. *Phytomedicine.* 23:1267-1274.
- Morote J, Maldonado X, Morales-Bárrera R, and on behalf of the multidisciplinary group for the study and management of prostate cancer Vall d'Hebron 2016. Prostate cancer. *Med Clin.* 146:121–127.
- Orhan IE, Senol FS, Ozturk N, Akaydin G, Sener B 2012. Profiling of in vitro neurobiological effects and phenolic acids of selected endemic *Salvia* species. *Food Chemistry.* 132:1360-1367.
- Prasad NR, Karthikeyan A, Karthikeyan S, Reddy BV 2011. Inhibitory effect of caffeic acid on cancer cell proliferation by oxidative mechanism in human HT-1080 fibrosarcoma cell line. *Mol Cell Biochem.* 349:11-19.
- Ren Y, Yu J, Douglas Kinghorn A 2016. Development of Anticancer Agents from Plant-Derived Sesquiterpene Lactones. *Cur Med Chem,* 23: 2397-2420.
- Russo A, Formisano C, Rigano D, Senatore F, Delfino S, Cardile V, Rosselli S, Bruno M 2013. Chemical composition and anticancer activity of essential oils of Mediterranean sage (*Salvia officinalis* L.) grown in different environmental conditions. *Food Chem Toxicol.* 55: 42–47.
- Russo A, Formisano C, Riganob D, Cardile V, Arnold NA, Senatore F 2016. Comparative phytochemical profile and antiproliferative activity on human melanoma cells of essential oils of three lebanese *Salvia* species. *Ind Crops Prod.* 83:492-499.
- Sghaier MB, Ismail MB, Bouhleb I, Ghedirac K, Chekir-Ghedira L 2016. Leaf extracts from *Teucrium ramosissimum* protect against DNA damage in human lymphoblast cell K562 and enhance antioxidant, antigenotoxic and antiproliferative activity. *Environ Toxicol Pharmacol.* 44: 44–52
- Sokmen A, Jones BM, Erturk M, 1999. The in vitro antibacterial activity of Turkish medicinal plants. *J Ethnopharmacol.* 67: 79–86
- Tel G, Öztürk M, Duru ME, Harmandar M, Topçu G, 2010. Chemical composition of the essential oil and hexane extract of *Salvia chionantha* and their antioxidant and anticholinesterase activities. *Food Chem Toxicol,* 48: 3189-3193.
- Tepe B, Daferera D, Sokmen A, Sokmen M, Polissiou M, 2005. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). *Food chem.* 90: 333-340.
- Unnati S, Ripal S, Acharya S, Acharya N 2013. Novel anticancer agents from plant sources. *Chinese J Nat Medicin.* 11:16–23.
- Walker JB, Sytsma KJ, Treutlein J, Wink M 2004. *Salvia* (Lamiaceae) is not monophyletic: implications for the systematics, radiation, and ecological specializations of *Salvia* and tribe Mentheae. *Am J Bot.* 91: 1115-1125.
- Weidner C, Rousseau M, Plauth A, Wowro SJ, Fischer C, Abdel-Aziz H, Sauer S 2015. *Melissa officinalis* extract induces apoptosis and inhibits proliferation in colon cancer cells through formation of reactive oxygen species. *Phytomedicine.* 22: 262-270.
- Wu JG, Ma L, Lin SH, Wu YB, Yi J, Yang, BJ, Wu JZ, Wong K H 2017. Anticancer and anti-angiogenic activities of extract from *Actinidia eriantha* Benth root. *J Ethnopharmacol.* 203: 1-10.
- Yang LL., Lee CY, Yen KY 2000. Induction of apoptosis by hydrolyzable tannin from *Eugenia jambos* L. on human leukemia cells. *Cancer Lett.* 157: 65-75
- Yumrutas O, Sokmen A, Akpulat HA, Ozturk N, Daferera D, Sokmen M, Tepe B 2012. Phenolic acid contents, essential oil compositions and antioxidant activities of two varieties of *Salvia euphratica* from Turkey. *Nat Prod Res.* 26:1848-1851.
- Zhao Q, Huo XC, Sun FD, Dong RQ 2015. Polyphenol-rich extract of *Salvia chinensis* exhibits anticancer activity in different cancer cell lines, and induces cell cycle arrest at the G0/G1-phase, apoptosis and loss of mitochondrial membrane potential in pancreatic cancer cells. *Mol Med Rep.* 12:4843-4850.

## Streptozotosin ile İndüklenen Diyabetik Sıçanlarda Karaçalı Meyve Özütlerinin Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi

Kasım TAKIM<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü Biyokimya Anabilim Dalı, Şanlıurfa/Türkiye  
✉: kasimtakim@harran.edu.tr

### ÖZET

Diyabet insan yaşamını olumsuz etkileyen, tedavi edilmediğinde yaşamsal organlarda ciddi ve kalıcı hasarlara neden olabilen bir hastalıktır. Bu çalışmada sistematik adı; *Paliurus spina-christi Mill.* (PSC) olan Karaçalı bitkisinin meyve özütleri kullanılmıştır. Bu özütlerin streptozotosin (STZ) ile indüklenen diyabetik sıçanların kan plazmasında; glikoz, Aspartat amino transferaz (AST) ve Alanin amino transferaz (ALT) enzimlerinin düzeyleri, ürik asit, üre, kolesterol, low density lipoprotein (LDL) ve high density lipoprotein (HDL) seviyeleri, üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada ikisi kontrol olmak üzere 4 grup hazırlanmıştır. Diyabet, streptozotosin uygulanmasıyla oluşturulmuştur. Streptozotosin uygulanmasından sonra, 2 gruba 30 günlük tedavi süresince oral olarak PSC özütleri verilmiştir. Çalışma sonunda sıçanlardan alınan kan plazmaları, oto analizör kullanılarak ilgili parametreler analiz edilmiştir. Yapılan analizin sonucunda kan glikoz değerleri; hasta grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, tokluk kan glikoz değerlerinin, istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) bir şekilde arttığı, yani sıçanların diyabetik hale geldiği, PSC verilen gruplarda, bu artışın anlamlı ( $p<0.001$ ) bir şekilde azaldığı, yani antidiyabetik özellik gösterdiği gözlemlenmiştir. Çalışmada ALT ve AST enzim düzeyleri, hasta grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) artış saptanmıştır. PSC verilen gruplarda, bu artışın istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) bir şekilde azaldığı belirlenmiştir. Plazma ürik asit değerlerinde; STZ grubu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) artma ve PSC gruplarında anlamlı azalma saptanmıştır. PSC grupları kendi arasında karşılaştırıldığında ise derişim artışının aktiviteye istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ( $p<0.05$ ) katmadığı gözlenmiştir. Plazma üre, kolesterol değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Bu sonuçlar PSC'nin karaciğere zarar vermeyen antidiyabetik bir bitki olabileceğine işaret etmektedir.

DOI:10.18016/ksudobil.304169

### Makale Tarihçesi

Geliş : 05.04.2017

Kabul : 24.05.2017

### Anahtar Kelimeler

Antidiyabetik,  
ALT, AST,  
*Paliurus spina-christi Mill.*,  
ürik asit

### Araştırma Makalesi

## Effect Of Karacali Fruit Extracts On Some Blood Parameters In Diabetic Rats Induced By Streptozotocin

### ABSTRACT

Diabetes is a disease that affects human life negatively, which can cause serious and permanent damage in vital organs. In this study *Paliurus spina-christi Mill.* (PSC) plant's fruit extract was used. Effects of these extracts on the glucose, urea, uric acid, cholesterol, low density lipoprotein (LDL) and high density lipoprotein (HDL), Aspartate amino transferase (AST) and Alanine amino transferase (ALT) enzymes levels of streptozotocin (STZ) induced diabetic rats were investigated. Four groups including control groups prepared for the study. Diabetes was formed by streptozotocin implementation. After implementation of streptozotocin, 2 groups were orally administered PSC extracts for 30 days of treatment. At

### Article History

Received : 05.04.2017

Accepted : 24.05.2017

### Keywords

Antidiabetic,  
ALT, AST,  
*Paliurus spina-christi Mill.*,  
uric acid

### Research Article

the end of the study, relevant parameters in blood plasma from mice were analyzed by using auto analyzer. As a result of the analysis, plasma glucose values; the STZ group showed a statistically significant increase ( $p < 0.001$ ) as compared to the control group. On the other hand the PSC groups was significantly decreased as compared to the STZ group. AST and ALT values showed a significant increase ( $p < 0.001$ ) as compared to the control group. The PSC groups were significantly decreased when compared to the STZ group. In blood plasma uric acid values; the STZ group showed a statistically significant increase ( $p < 0.001$ ) when compared to the control group, and this rise was decreased by the PSC groups ( $p < 0.001$ ). There was no statistically significant difference in plasma urea and cholesterol values. These results indicate that PSC may be an antidiabetic plant that does not harm liver.

**To Cited** :Takım K 2018. Streptozotosin ile İndüklenen Diyabetik Sıçanlarda Karaçalı Meyve Özütlerinin Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):148-156, DOI:10.18016/ksudobil.304169.

## GİRİŞ

Şeker hastalığı (Diabetes mellitus) polidipsi, poliüri ve polifaji gibi klinik bulgularla karakterize endokrin bir hastalıktır (Şimşek ve İçen, 2008). **3. Uluslararası IDF Diabetes Atlas Federasyonu (IDF) tarafından iki yılda bir yayınlanan** Diyabetes Atlası tahminlerine göre 2015'te, 11 yetişkinden 1'i diyabetlidir. Bunun yanında yaklaşık 2 diyabetli yetişkinden 1'ine (% 46,5) teşhis konulmamış yani diyabetli olduğunu bilmemektedir. Her yıl küresel sağlık harcamalarının yaklaşık %12'sine denk gelen 673 milyar ABD doları, diyabet için harcanmaktadır. 7 doğumdan 1'i gebelik diyabetinden etkilenmektedir. Diyabet hastalarının dörtte üçü (%75) düşük ve orta gelir düzeyindeki ülkelerde yaşamaktadır. Her 6 saniyede 1 kişi diyabet hastalığından hayatını kaybetmektedir (Group IDF Diabetes Atlas, 2015). Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de diyabet hastalarının sayısı artmaktadır. 2008 ile 2012 arasında hasta sayısı her yıl ortalama yüzde 17 oranında artmış ve 2 milyon 500 binden, 5 milyon 200 bin kişiye çıkmıştır. Bu sürede görülme sıklığı da yüzde 3.5'ten 6.9'a çıkmıştır. Yani Türkiye'de artık her 100 kişiden 7'sinde diyabete rastlanmaktadır (Satman ve ark. 2013). Şeker hastalığı yaygın ismiyle de bilinen Diabetes mellitus'un görülme sıklığının ve tedavi masraflarının fazla olması, bunun yanında kesin tedavi yönteminin henüz geliştirilememiş olması onu çekici bir araştırma konusu yapmaktadır (Tanrıku, 2009). Türkiye'de halk arasında diyabet tedavisinde kullanılan birçok bitki bulunmaktadır. Zengin bir bitki florasına sahip olan ülkemiz, bu tür çalışmaların yapılması için ideal bir zemin oluşturmaktadır (Şarışen ve Çalışkan, 2005). Bitkisel tedavi yöntemlerinin araştırılıp bilimsel nitelik kazandırılması birçok hastalığın tedavisinde yeni yaklaşımlar getirebilmektedir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

*Paliurus spina-chiristi Mill.* (Rhamnaceae) bitkisi halk arasında yalnızca antidiyareik, diüretik değil romatizmaya karşı da kullanılmaktadır (Cakilcioglu

ve ark., 2011). Ayrıca bitkinin samara tipli meyveleri böbrek taşlarına, göğüs ve göz enfeksiyonlarına karşı antienflamatuar olarak kullanılırken, yaprakları ise çıban enflamasyonlarına karşı haricen kullanılmaktadır. Rhamnaceae familyasının bir üyesi olan bitkinin bilinen beş türü mevcuttur. Türkiye florasında, bu beş türden sadece *Paliurus spina-christi Mill.* bulunmaktadır (Güner, 2005). *Paliurus spina-christi Mill.* bitkisi, Asya ve Akdeniz bölgesinde çok bilinen bir bitkidir. Türkiye'de hemen hemen bütün Anadolu'da yetişen zikzak dallı, iki-üç metre yüksekliğinde dikenli bir çalı şeklinde görülür (Kırca ve ark., 2007). Yapraklar oval, stipulalar diken şeklinde, çiçekler sarı, meyveler daire şeklinde; yassı, kanatlı, üç tohumlu ve kurudur (Syie ve ark., 2002). Biyolojik olarak aktif olduğu bilinen *Paliurus spina-christi Mill.*'nin olgun meyveleri üzerinde yapmış olduğumuz literatür çalışmaları sonucunda bitkinin polifenolik maddelerce zengin olduğu görülmüştür (Kırca ve ark., 2007). Halk arasında değişik tıbbi kullanışları olan *Paliurus spina-christi Mill.* içerdiği maddeler yönünden de önem taşımaktadır. Bu bitkiden dört adet siklopeptit yapılı alkaloid, flavonoid glikozitleri (yapraklarda bulunan rutin, izokersitrin ve hiperozit), polifenoller, tanenler, doğal yağ asitlerinin metil esterleri, steroller, serbest yağ asitleri, normal ve metille dallanmış izoprenoit yapılı hidrokarbonlar izole edilmiştir (Güner, 2005). Bu çalışmada, *Paliurus spina-chiristi Mill.* bitkisinin halk arasında kullanılan kısmı olan meyve özütlerinin, diyabetik sıçanlarda diyabetin komplikasyonları açısından önemli belirteçler olduğu ifade edilen bazı bileşikler; glikoz, üre, ürik asit, kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyeleri ile karaciğer enzimleri olan aspartat amino transferaz (AST) ve alanin amino transferaz (ALT) seviyeleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.



**MATERYAL ve YÖNTEM*****Paliurus spina-chiristi* Mill. Meyvelerinin Toplanması ve Özütlerinin Elde Edilmesi**

*Paliurus spina-chiristi* Mill (PSC) meyveleri Malatya ilinde bulunan Beydağları eteklerinden 2015 yılının Ağustos ayında toplanmış ve İnönü Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde tanımlanmıştır. Toplanan meyveler güneş almayacak şekilde kurutulmuş blender da çekilip toz haline getirilmiştir. Öğütülmüş *Paliurus spina-chiristi* Mill. bitkisinin meyveleri dozaj hesaplamaları yapılarak, kg vücut ağırlığı başına mg ekstre olmak üzere, doz-I için 100 mg kg<sup>-1</sup> (PSC-1) ve doz-II için 250 mg kg<sup>-1</sup> (PSC-2) olacak şekilde 2 çeşit bitki ekstresi dekoksasyon yöntemiyle hazırlanmıştır. Halk arasında bitki kaynatılırken çeşme suyu kullandığı için bu çalışmada da çeşme suyu kullanıldı. Hazırlanan bitki ekstraları 3 adet steril falkon içerisine konularak kapakları kapatıldı. Falkon tüplerin üzerlerine etiket yapıştırılarak dozaj miktarları etiket üzerine belirtildi. Kaynatılmış ekstralar bir haftayı geçmeyecek şekilde +4 °C buzdolabında muhafaza edilerek deney hayvanlarına uygulandı.

**Hayvan Deneyleri**

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Etik Kurulu'nun 2016/A-56 Protokol No'lu etik kurulu raporunda belirtilen izinle gerçekleştirildi.

**Hayvanların Temini ve Grupların Oluşturulması**

Bu çalışmada kullanılan Wistar albino tipi dişi sıçanlar İnönü Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı, Deney Hayvanları Üretim Merkezi' (İNÜDEHÜM) den alındı. Dişi deney hayvanları, yeterli sayıda erkek deney hayvanı olmadığı ve çalışılan parametrelere cinsiyetin etkisi oldukça az olduğu için tercih edildi. Denekler, deney süresi boyunca, havalandırması ve güneş ışığı olan odalarda her gün altları temizlenen deney kafesleri içerisinde tutuldu. Yeterli miktarda standart pellet yem ile 30 gün boyunca beslenmiştir. Her grupta 6 adet (n = 6) hayvan olmak üzere 4 grup oluşturuldu. Deney hayvanlarına verilen streptozotosin (STZ) dozlarında ve uygulama sürelerinde Tanrikulu (2009) tarafından yapılan çalışma esas alındı.

**Deneysel Diyabetin Oluşturulması**

Deney hayvanlarının kimyasal ajanlarla diyabet yapımında yaygın olarak streptozotosin (STZ) enjeksiyonuyla oluşturulmaktadır. N-nitroso türevi D-glukozamin yapısındaki streptozotosin veya alloksan pankreastaki insulin salgılayan β hücrelerin sellektif olarak tahrip ederek denekler diyabet hastası yapılmaktadır. Kullanılan bu kimyasal kan şekeri düzeyinde üç fazlı etki meydana getirir. Kimyasalın deneye verilmesini izleyen 2 saat içinde kan şekeri değeri, karaciğer glikojeninin ani yıkımı nedeniyle yükselir. İkinci faz hipoglisemik fazdır. Bu sırada

hasara uğrayan β hücrelerinden salıverilen insulinin plazma düzeyi hızla yükselir. Üçüncü faz, kalıcı hiperglisemik fazdır, insulin düzeyleri, kullanılan kimyasal ajanın dozu ile ilişkili olarak düşer ve kan şekeri yükselir (Syie ve ark., 2002). Deney hayvanlarının diyabet yapılmasında, tek doz STZ (70 mg kg<sup>-1</sup>) Plazma fizyolojik içerisinde çözüldü. Zaman geçirmeden intraperitoneal olarak deney hayvanlarına enjekte edildi. STZ uygulandıktan 72 saat sonra sıçanların kuyruk venasından kan alınıp; glukometre ile açlık kan glikoz seviyeleri ölçüldü. Kan glikoz seviyeleri 200 mg d L<sup>-1</sup>'nin üzerinde olan sıçanlar deney için kullanıldı. Deney grupları, sıçanlar rastgele seçilerek ve kafeslere tek tek konularak oluşturuldu.

**Hayvanların Gruplandırılması ve Beslenmesi**

1. Grup: Aynı zamanda çalışmanın Kontrol Grubu olan bu gruptaki sıçanlar tüm deney süresi (30 gün) boyunca standart diyetle beslenmiştir.
2. Grup: Dış müdahale ile diyabetin tetiklendiği sıçanları içeren gruptur. Standard besin ile beslenen sıçanlara, hiperglisemi oluşturmak amacıyla, tek seferde, 70 mg kg<sup>-1</sup> dozunda STZ 0.5 MI ile interperitoneal olarak enjekte edilmiştir.
3. Grup: Hiperglisemi tetiklenmesinden sonra, 30 gün boyunca standart besinlerine ek olarak düşük dozda (100 mg kg<sup>-1</sup>) PSC özütü verilmiş sıçan grubudur.
4. Grup: Hiperglisemi tetiklenmesinden sonra, 30 gün boyunca standart besinlerine ek olarak yüksek dozda (250 mg kg<sup>-1</sup>) PSC özütü verilmiş sıçan grubudur.

**Hayvanların Kesimi ve Gerekli Kan Dokusunun Alınması**

İNönü Üniversitesi Araştırma Laboratuvarı, Deney Hayvanları Üretim Merkezi (İNÜDEHÜM) çalışanları tarafından beslendikten sonra, süre bitiminde 100 mg kg<sup>-1</sup> Ketamin Hidroklorür (Ketamidor-Richte Pharma) ve 5 mg kg<sup>-1</sup> Ksilazin (Rompun Bayer) uygulanmasıyla uyuşturulmuştur. Uyuşturulan farelerin kanları ana arterden vakumlu tüplere aktarılmıştır. Tüpler santrifüj edildikten sonra plazma kısmı - 70° C'de analiz yapılmaya kadar saklanmıştır.

**Kan Biyokimyasal Parametrelerinin Analizi**

Anestezi altında karın bölgesi açılan sıçanların kalbinden antikoagülanlı tüplere alınan kan örnekleri santrifüj edilerek plazmalarının ayrılması sağlandı, - 70 °C' de toplu olarak analiz edilinceye kadar muhafaza edildi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde bulunan oto analizör (Saturno 100 VET Rev. 1-Operator's manual) cihazında, Biolaba Reagents firmasından alınan deney hayvanlarına özgü standart kitler kullanılarak, glikoz, üre, ürik asit, kolesterol, LDL ve HDL seviyeleri, AST ve ALT enzimlerinin düzeyleri analiz edildi.

**İstatiksel Değerlendirme**



Çalışma bulgularının istatistiksel analizinde Graph Phad Prism 5.01 programı kullanıldı. Verilerin kıyaslaması One Way ANOVA Tukey testi kullanılarak gerçekleştirildi. Sonuçlar; grup ortalamaları  $\pm$  standart sapma olarak grupların birbirleri ile karşılaştırılmaları ise  $\pm$  standart hata olarak verildi. Elde edilen parametrik verilerin değerlendirilmesinde ise One-Way ANOVA ve gruplar arası farklılığın istatistiksel önemi Tukey HSD testi ile incelenmiştir. Grafiklerde gruplar birbirleri ile karşılaştırılırken istatistiksel anlamlılık için,  $p < 0.05$ ; ,  $p < 0.01$ ; ,  $p < 0.001$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Anlamlı farklılık grafikler üzerinde;  $p < 0.05$  ise (\*) ile anlamlı farklılık  $p < 0.01$  ise (\*\*) ile ve anlamlı farklılık  $p < 0.001$  ise (\*\*\*) ile gösterildi. Karşılaştırma pozitif kontrol ve negatif kontrol olmak üzere iki gruba göre yapıldı. STZ verilerek hasta edilen ve standart diyetle beslenen grup, negatif kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Bu grup, pozitif kontrol grubu olarak kabul edilen sağlıklı grup (kontrol grubu) ile kıyaslanmıştır. Antidiyabetik ajan olarak *Paliurus spina chiristi Mill.*' nin verildiği PSC grupları ise negatif kontrol grubu olarak kabul edilen STZ grubu ile kıyaslanmıştır. PSC verilen gruplardaki parametrelerin, pozitif kontrol grubuna yakın sonuçlar vermesi beklendiğinden ve anlamlı olarak kabul edildiğinden, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı artış ve azalışlarının verilmemesi tercih edilmiştir.

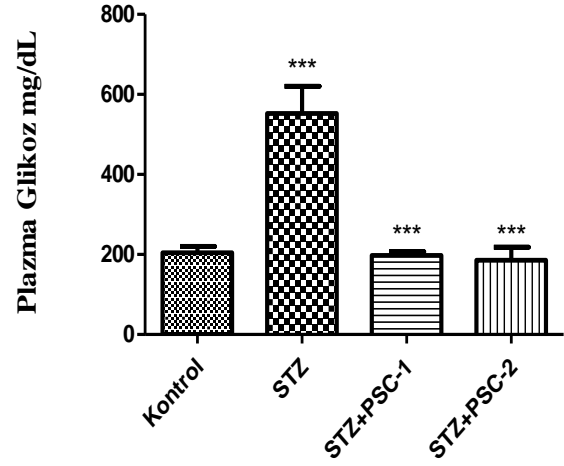
### BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan literatür taramalarında, deneysel olarak diyabet yapılmış hayvanlarda, çeşitli bitki ekstrelerinin anti diyabetik etkileri üzerine birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda kullanılan bitkilerden; Mayasıl otu (*Ajuga iva*) (El Hilaly ve Lyoussi, 2002), Böğürtlen (*Rubus fruticosus*) (Jouad ve ark., 2002), Dış budak (*Fraxinus excelsior*) (Maghrani ve ark., 2004), Demirhindi (*Tamarindus indica*) (Maiti ve ark., 2004), Büyük Isırgan otu (*Urtica dioica*) (Farzami ve ark., 2004), Kudret Narı (*Momordica charantia*) (Virdi ve ark., 2003), ve Lahana (*Brassica juncea*) (Grover ve ark., 2003), sadece birkaç tanesidir. Bu çalışmada halk arasında Karaçalı olarak bilinen *Paliurus spina-chiristi* (PSC) bitkisinin anti diyabetik

etkisi araştırıldı. Plazma tokluk glikoz düzeyi için normal aralık  $70-200 \text{ mg d L}^{-1}$  dir.

### Tokluk Plazma Glikoz Değerleri Bulguları

Deneme gruplarına göre tokluk plazma glikoz değerleri Şekil 1 ve Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tokluk Plazma Glikoz Değerlerinin Grafığı

Grafikte ve tabloda sadece STZ verilen grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, bu grupta glikoz değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ( $p < 0.001$ ) arttığı yani sıçanların yüksek düzeyde diyabet oldukları görülüyor. PSC' nin  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  lik derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.001$ ) azalma olmuştur. Ayrıca PSC' nin  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  lik derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.001$ ) azalmanın var olduğu görülmektedir. PSC grupları kendi arasında karşılaştırıldığında ise derişim artışının aktiviteye istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ( $p < 0.05$ ) sağlamadığı görülmektedir. Literatürde diyabetli sıçanların kan şekerini düşürmek üzere oldukça fazla bitki türü ile anti diyabet çalışması mevcuttur (Medina ve ark., 1994). *Triticum repens* rizomlarının normal ve STZ ile hiperglisemi yapılmış sıçanlar üzerindeki etkileri incelenmiş ve yapılan çalışmada sonucunda kısa ve uzun süreli uygulama sonunda kan glikoz değerleri üzerinde kullanılan *Triticum repens* ekstratının etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Eddouks ve ark., 2005).

Çizelge 1. Tokluk Plazma Glikoz İstatistiksel Değerleri ve Ortalamaları

Kontrol	STZ (Hasta Grubu)	STZ+PSC (100 mg/Kg) [PSC-1 Grubu]	STZ+PSC (250 mg/Kg) [PSC-2 Grubu]
204.2 $\pm$ 32.0	552.2 $\pm$ 136.1	197.5 $\pm$ 18.6	185.7 $\pm$ 65.4
	***: STZ vs Kontrol ( $p < 0.001$ )	***: PSC-1 vs STZ ( $p < 0.001$ )	***: PSC-2 vs STZ ( $p < 0.001$ )

### Karaciğer Hasar Belirteci olan ALT ve AST Enzim Düzey sonuçları

Halk arasında hastalıkların tedavisinde şifa beklentisiyle kullanılan bitkisel ajanların dokulara verebileceği hasarı tespit etmek, dolayısıyla onları karaciğer ve böbrek yetmezliği gibi daha vahim

hastalıklara götürebilecek sonuçlara karşı uyarmak açısından oldukça önemlidir. Bu sebeplerden ötürü hipoglisemik etkisini incelerken, bitkilerin dokularda oluşturabileceği hasarı tespit etmek oldukça önem arz etmektedir. Karaciğer'de oluşan hasarın ilk belirleyicisi karaciğer hücreleri tarafından kana salınan

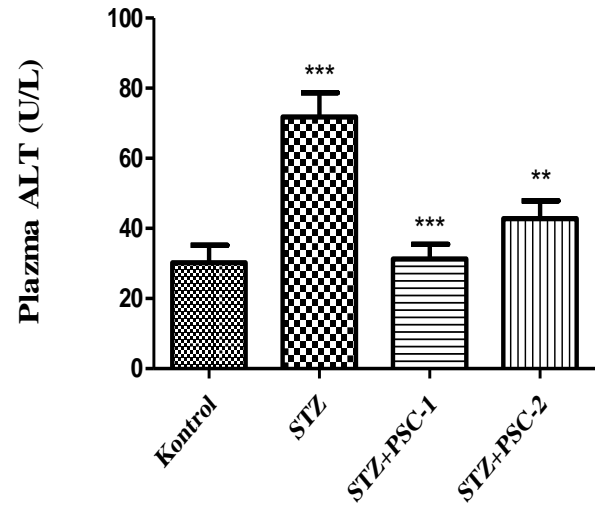
enzimlerdir. Karaciğere özgü olan ve karaciğer hasarını belirlemek için en çok kullanılan enzimler amino transferazlardır. Bunlar arasında da Aspartat amino transferaz (AST) ve Alanin amino transferaz (ALT) enzimleridir.

### Plazma ALT Enzim Düzeyleri Bulguları

Deneme gruplarına göre plazma ALT enzim düzeyleri Şekil 2 ve Çizelge 2'de verilmiştir. Karaciğer hücrelerinde meydana gelen hasar sonucu ALT enzimi kana karışır ve kan testleri ile tespit edilebilir. Genellikle sağlıklı bireylerde ALT; 0-55 U L<sup>-1</sup> olarak seyretmektedir.

Grafikte ve tabloda yalnızca STZ verilen grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, bu grupta ALT enzim düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde (p<0.001) arttığı görülüyor. PSC' nin 100 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı (p<0.001) azalma olmuştur. Ayrıca PSC' nin 250 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı (p<0.01) azalmanın var olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, *Paliurus spina chiristi Mill.*'in ALT enzim seviyelerini

kontrol grubuna yakınlaştırdığını göstermektedir. PSC grupları kendi arasında karşılaştırıldığında ise derişim artışının aktiviteye istatistiksel olarak anlamlı bir artış (p<0.05) kazandırmadığı görülmektedir.



Şekil 2. Plazma ALT Enzim Düzeyleri Grafiği

Çizelge 2. Plazma ALT Enzim İstatistiksel Değerleri ve Ortalamaları

Kontrol	STZ (Hasta Grubu)	STZ+PSC (100 mg/Kg) [PSC-1 Grubu]	STZ+PSC (250 mg/Kg) [PSC-2 Grubu]
30.2±11.2	71.8±15.4	31.2±8.4	42.8±11.4
	***: STZ vs Kontrol (p<0.001)	***: PSC-1 vs STZ (p<0.001)	***: PSC-2 vs STZ (p<0.01)

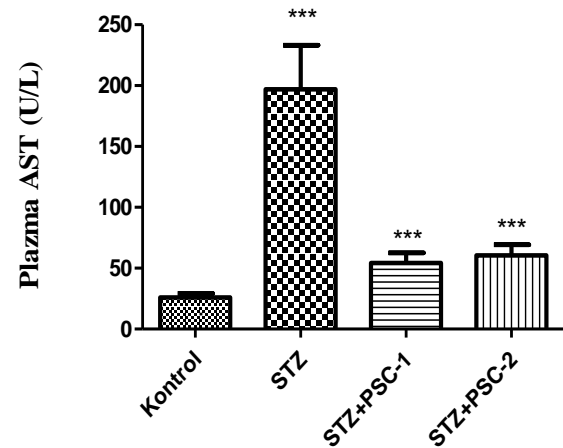
### Plazma AST Enzim Düzeyleri Bulguları

Deneme gruplarına göre plazma AST enzim düzeyleri Şekil 3 ve Çizelge 3'te verilmiştir. Karaciğer hücrelerinde meydana gelen hasar sonucu AST enzimi de kana karışır ve kan testleri ile tespit edilebilir. Genellikle sağlıklı bireylerde AST; 5-34 U L<sup>-1</sup> olarak seyretmektedir.

Grafikte ve tabloda sadece STZ verilen grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, bu grupta AST enzim düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde (p<0.001) arttığı görülmektedir. PSC' nin 100 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı (p<0.001) azalma olmuştur.

Diğer taraftan PSC' nin 250 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı (p<0.01) azalmanın var olduğu görülmektedir. Yani *Paliurus spina chiristi Mill.* ALT enzim düzeylerini kontrol grubuna yakınlaştırmıştır. PSC grupları kendi arasında karşılaştırıldığında ise

derişim artışının aktiviteye istatistiksel olarak anlamlı bir artış (p<0.05) kazandırmadığı gözlenmektedir. Genellikle sağlıklı bireylerde AST; 5-34 U L<sup>-1</sup> olarak seyretmektedir.



Şekil 3. Plazma AST Enzim Düzeyleri Grafiği

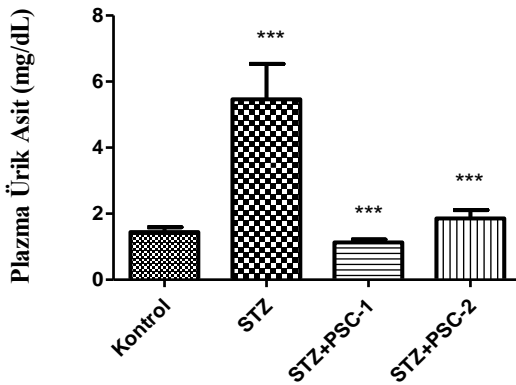
Çizelge 3. Plazma AST Enzim İstatistiksel Değerleri ve Ortalamaları

Kontrol	STZ (Hasta Grubu)	STZ+PSC (100 mg/Kg) [PSC-1 Grubu]	STZ+PSC (250 mg/Kg) [PSC-2 Grubu]
26.6±7.1	197.0±72.4	54.2±16.8	60.6±17.7
	***: STZ vs Kontrol (p<0.001)	***: PSC-1 vs STZ (p<0.001)	***: PSC-2 vs STZ (p<0.001)

### Plazma Ürik Asit Değerleri Bulguları

Deneme gruplarına göre plazma ürik asit değerleri Şekil 4 ve Çizelge 4'te verilmiştir.

Ürik asit pürin içeren ve besinlerin sindirimi sonucu ortaya çıkan bir maddedir. Pürinlerden üretilen ürik asit, böbrekler yoluyla vücuttan atılır. Üretim artışı veya atılımının azalması sonucu kandaki seviyesi yükselen ürik asit, vücut hücrelerinin nekrozu ile ortaya çıkan pürin nedeniyle de artabilir. Hiperürisemi adı verilen ürik asit artışı, gut hastalığı, diyabet, böbrek yetmezliği, böbrek taşları ve çeşitli kanserlerin belirtici olarak ortaya çıkmaktadır. Fitoterapik bir bitkinin artmış ürik asit düzeylerini normal seviyesine yani kontrol grubunun düzeylerine döndürmesi anlamlı sonuç olarak ifade edilmektedir (Shelmadine ve ark. 2009). Plazma Ürik asit miktarı için normal aralık 2.6-7.2 mg d L<sup>-1</sup> dir.

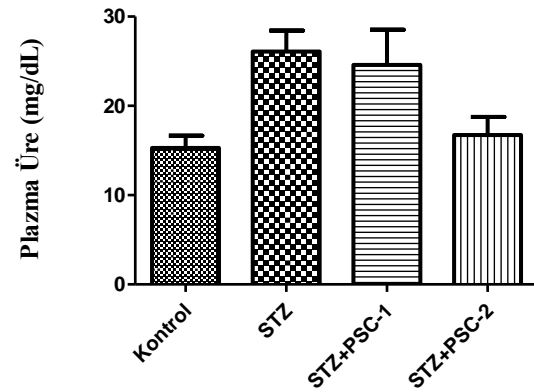


Şekil 4. Plazma Ürik Asit Değerlerinin Grafiği

Grafikte ve tabloda sadece STZ verilen grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, bu grupta Ürik Asit (ÜA) düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ( $p < 0.001$ ) arttığı görülmektedir. PSC' nin 100 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.001$ ) azalma olmuştur. PSC' nin 250 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.001$ ) azalmanın var olduğu görülmektedir. PSC grupları kendi arasında karşılaştırıldığında ise derişim artışının aktiviteye istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ( $p < 0.05$ ) sağlamadığı görülmektedir.

### Plazma Üre Değerleri Bulguları

Deneme gruplarına göre plazma üre değerleri Şekil 5 ve Çizelge 5'te verilmiştir. Grafiğe ve tabloya göre plazma üre değerleri için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir derişim olmamıştır. Plazma üre miktarı için normal aralık 7.0-25.7 mg d L<sup>-1</sup> dir.



Şekil 5. Plazma Üre Değerlerinin Grafiği

Çizelge 4. Plazma Ürik Asit İstatistiksel Değerler ve Ortalamaları

Kontrol	STZ (Hasta Grubu)	STZ+PSC (100 mg/Kg) [PSC-1 Grubu]	STZ+PSC (250 mg/Kg) [PSC-2 Grubu]
1.4±0.2	5.5±1.8	1.1±0.2	1.8±0.5
	***: STZ vs Kontrol (p<0.001)	***: PSC-1 vs STZ (p<0.001)	***: PSC-2 vs STZ (p<0.001)

Çizelge 5. Plazma Üre Değerlerinin Ortalamaları

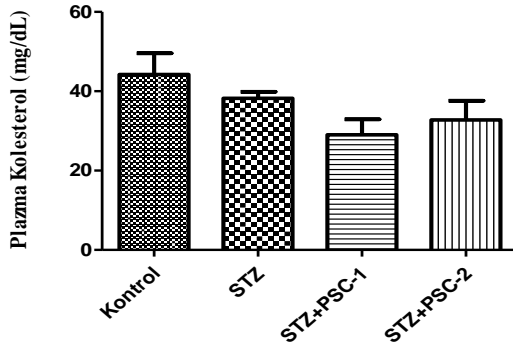
Kontrol	STZ (Hasta Grubu)	STZ+PSC (100 mg/Kg) [PSC-1 Grubu]	STZ+PSC (250 mg/Kg) [PSC-2 Grubu]
15.3±2.7	26.2±4.6	24.5±7.9	16.3±4.1

### Plazma Kolesterol Değerleri Bulguları

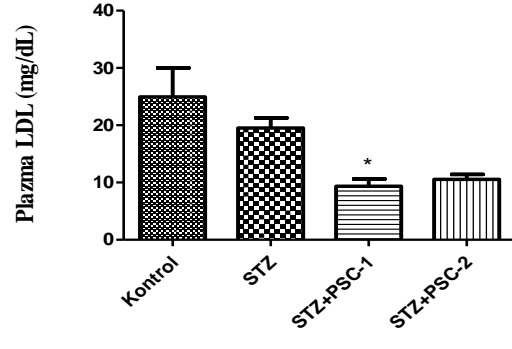
Deneme gruplarına göre plazma kolesterol değerleri Şekil 6 ve Çizelge 6'da verilmiştir. Grafiğe göre plazma kolesterol değerleri için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Plazma kolesterol düzeyi için normal aralık 0-200 mg d L<sup>-1</sup> dir.

Grafiğe ve tabloya göre yalnız STZ verilen grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, bu gruptaki azalma istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.05$ ) olmamıştır. PSC' nin

100 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0.05$ ) azalma olmuştur. PSC-2 grubunda STZ grubu ile karşılaştırıldığında gözlenen düşüş istatistiksel olarak anlamlı değildir. PSC grupları kendi arasında karşılaştırıldığında ise derişim artışının aktiviteye istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ( $p < 0.05$ ) katmadığı gözlenmektedir. Plazma LDL düzeyi için normal aralık 0-100 mg d L<sup>-1</sup> dir.



Şekil 6. Plazma Kolesterol Değerlerinin Grafiği



Şekil 7. Plazma LDL Değerlerinin Grafiği

### Plazma LDL Değerleri Bulguları

Deneme gruplarına göre plazma LDL değerleri Şekil 7 ve Çizelge 7'de verilmiştir.

### Plazma HDL Değerleri Bulguları

Deneme gruplarına göre plazma HDL değerleri Şekil 8 ve Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 6. Plazma Kolesterol Değerlerinin Ortalamaları

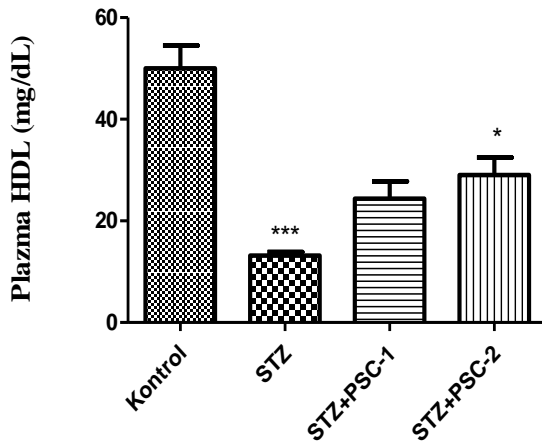
Kontrol	STZ (Hasta Grubu)	STZ+PSC (100 mg/Kg) [PSC-1 Grubu]	STZ+PSC (250 mg/Kg) [PSC-2 Grubu]
44.2±12.0	38.2±3.7	29.0±8.7	32.8±10.8

Çizelge 7. Plazma LDL Değerlerinin Ortalamaları

Kontrol	STZ (Hasta Grubu)	STZ+PSC (100 mg/Kg) [PSC-1 Grubu]	STZ+PSC (250 mg/Kg) [PSC-2 Grubu]
24.9±8.7	19.5±3.2	9.3±1.3	10.5±2.5
	*: PSC-1 vs STZ (p<0.05)		

Çizelge 8. Plazma HDL Değerlerinin Ortalamaları

Kontrol	STZ (Hasta Grubu)	STZ+PSC (100 mg/Kg) [PSC-1 Grubu]	STZ+PSC (250 mg/Kg) [PSC-2 Grubu]
50.7±9.1	13.2±1.4	24.2±5.9	29.4±6.8
	***: STZ vs Kontrol (p<0.001)		***: PSC-2 vs STZ (p<0.05)



Şekil 8. Plazma HDL Değerlerinin Grafiği

Grafikte sadece STZ verilen grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, bu grupta HDL düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde (p<0.001) azaldığı

görülmektedir. PSC' nin 100 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı değişim olmamıştır. PSC' nin 250 mg kg<sup>-1</sup> lık derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı (p<0.001) artmanın var olduğu görülmektedir. PSC grupları kendi arasında karşılaştırıldığında ise derişim artışının aktiviteye istatistiksel olarak anlamlı bir artma (p<0.05) sağlamadığı anlaşılmaktadır. Plazma HDL miktarı için normal aralık 40-60 mg d L<sup>-1</sup> dir.

### SONUÇ

Çalışma bulgularını özetlersek, elde edilen veriler şu şekilde olmuştur; 30. Gün sonunda kan glikoz değerlerindeki değişim hasta grubu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tokluk kan şekeri değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde (p<0.001) arttığı saptanmıştır. Yani istenilen düzeyde diyabet oluşturulmuştur. PSC-1 ve PSC-2 grubunda hasta gruba göre anlamlı azalma (p<0.001) ölçülmüştür. Derişim artışı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık (p<0.05) oluşturamamıştır. Bu



sonuçlar Karaçalı ekstrelerinin antidiyabetik etki gösterebildiğini ifade etmektedir. Yaptığımız çalışma sonunda; STZ verilerek diyabet oluşturulan grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, bu grupta ALT düzeylerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ( $p<0.001$ ) arttığı, PSC' nin  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  lık derişimi verilen grupta, STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) bir şekilde azalttığı belirlenmiştir. PSC' nin  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  lık derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.01$ ) azalmanın var olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar bu bitki kullanımının karaciğerde hasar oluşturma riski taşımayıp tam tersine oluşan hasarı tamir etmek gibi bir özellik gösterdiğini ifade etmektedir. Yaptığımız araştırmada bir hiperglisemi belirteci olarak Plazma üre ve ürik asit değerlerinin değişimi incelenmiştir. Plazma üre değerlerinde anlamlı bir değişim gözlenmedi. Plazma ürik asit değerlerinde ise; STZ verilen grupta Ürik Asit (ÜA) düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) bir artma belirlenmiştir. PSC' nin  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  lık derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) azalma olmuştur. PSC' nin  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  lık derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.001$ ) azalmanın var olduğu saptanmıştır. Yaptığımız deneylerin sonucunda plazma lipid değerlerindeki değişimler araştırılmıştır. Kolesterol, değerlerinin gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı değişimin olmadığı saptanmıştır. Plazmada kolesterol taşımakla görevli ve yüksek değerleri oldukça tehlikeli olan LDL değerlerinde ise gruplar karşılaştırıldığında; STZ verilen grupta azalma vardır, ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir. PSC' nin  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  lık derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.01$ ) bir azalma olmuştur. Ayrıca PSC' nin  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  lık derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) azalmanın var olduğu belirlenmiştir. Plazmada kolesterol taşımakla görevli diğer protein olup ve düşük değerleri sağlık açısından tehlikeli olan HDL değerlerinde ise; STZ verilen grupta HDL düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde ( $p<0.001$ ) azaldığı saptanmıştır. PSC' nin  $100 \text{ mg/Kg}$  lık derişimi verilen grupta STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı değişim olmamıştır. PSC' nin  $250 \text{ mg kg}^{-1}$  lık derişimi verilen grupta da STZ grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı  $p<0.001$  artmanın var olduğu tespit edilmiştir. Ortaya çıkan bu sonuçlar gösterdi ki; Paliurus Sipina Christi, yüksek düzeyde antidiyabetik özellik gösterebilen ve tehlikeli kolesterol olarak adlandırılan LDL düzeylerini azaltarak dengeleyebilen bir bitkisel ajandır. Bu özelliği yanında karaciğerde de hasar oluşturmayıp tam tersine STZ ile oluşturulan hasarı tamir edip, baskılaması onu ayrıca bir öneme sahip kılmaktadır. Zira bir bitkisel ajandan beklenilebilecek en büyük özellik ilgili hastalığa karşı tedavi edici özelliği yanında, mide, bağırsak, böbrek ve karaciğer gibi hayati organlara zararı olmamasıdır. Bu

çalışmanın sonuçları ışığında; hiperglisemiye karşı böylesine etkili olan Paliurus Sipina Christi'ye ulaşıp günde 2 bardak ve toplam doz;  $0,01 \text{ g PSC Kg}^{-1}$  vücut ağırlığını geçmeyecek şekilde tüketebileceğini söylemek mümkündür.

### TEŞEKKÜR






Bu çalışmada azımsanmayacak derecede emeği olan İNÜDEHÜM çalışanı Onur Özkaya Beyefendiye özellikle teşekkür ediyorum.

### KAYNAKLAR

- Çakılcıoğlu U, Khatun S, Türkoğlu I, Hayta S 2011. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Maden (Elazığ-Turkey). Journal of Ethnopharmacology, 137(1) :469-86.
- Eddouks M, Maghrani M, Michel JB 2005. Hypoglycaemic Effect of *Triticum repens* P. Beauv. In normal and diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology 102: 228-232.
- El Hilaly J, Lyoussi B 2002. Hypoglycaemic effect of the lyophilised aqueous extract of *Ajuga iva* in normal and streptozotocin diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology. 80(2): 109-13.
- Farzami B, Ahmadvand D, Vardasbi S 2004. Induction of insulin secretion by a component of *Urtica dioica* leave extract in perfused Islets of Langerhans and its in vivo effects in normal and streptozotocin diabetic rats. Alternative Medicine Review, 9(1): 96-7.
- Faydaoğlu E, Sürücüoğlu MS 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 11(1): 52-67.
- Group IDF Diabetes Atlas. 2015. "http://www.diabetesatlas.org/resources/2015-atlas.html" pdf. (Erişim tarihi:03.04.2017).
- Grover JK, Yadav SP, Vats V 2003. Effect of feeding *Murraya koeingii* and *Brassica juncea* diet kidney functions and glucose levels in streptozotocin diabetic mice. Journal of Ethnopharmacology, 85(1): 1-5.
- Güner, ND 2005. *Paliurus spina-christi* Mill. Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar, MSc, Hacettepe University Institute of Medical Sciences, Ankara.
- Jouad H, Maghrani M, Eddouks M 2002. Hypoglycaemic effect of *Rubus fruticosus* L. and *Globularia alypum* L. in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology, 81(3): 351-6.
- Kırca A, Bilişli A, Demirel NN, Turhan H, Arslan E 2007. Çanakkale florasındaki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri. TÜBİTAK Proje. (104):0.
- Maghrani M, Zeggwagh NA, Lemhadri A, El Amraoui M, Michel JB, Eddouks M 2004. Study of the hypoglycaemic activity of *Fraxinus excelsior* and *Silybum marianum* in an animal model of type 1 diabetes mellitus. Journal of Ethnopharmacology, 91(2): 309-16.

- Maiti R, Jana D, Das UK, Ghosh D 2004. Antidiabetic effect of aqueous extract of seed of *Tamarindus indica* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 92(1): 85-91.
- Medina FS, Gamez I, Jimnez MJ, Jimenez J, Osuna JJ, Zarzuelo A 1994. Hypoglycemic activity of *Juniper berris*. *Planta Med*, 60: 197-200.
- Sarışen Ö, Çalışkan D 2005. Fitoterapi: Bitkilerle Tedaviye Dikkat. *Sted*, 14(8), pp.182-187.
- Satman I, Ömer B, Tütüncü Y, Kalaca S, Gedik S, Dinççağ N, Karşıdağ K, Genç S, Telci A, Canbaz B, Türker F, Yılmaz T, Çakır B, Tuomilehto J 2013. Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and pre-diabetes in Turkish adults. *Eur J Epidemiol* 28:169-180.
- Shelmadine B, Bowden RG, Wilson RL, Beavers D, Hartman J 2009. The effects of lowering uric acid levels using allopurinol on markers of metabolic syndrome in end-stage renal disease patients: a pilot study/Ürik asit seviyelerinin allopurinol ile azaltılmasının son dönem böbrek hastalarındaki metabolik sendrom belirleyicilerine etkisi: Pilot çalışma. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi*, 1: 5-385.
- Syie D, Syngai G, Khup PZ, Khongwir BS, Kharbuli B, Kayang H 2002. Hypoglycemic effects of *Potentilla fulgens* L. In normal and alloxan- induced diabetic mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 83: 55-61.
- Şimşek A, İçen H 2008. Kedi ve Köpeklerde Diabetes Mellitus. *Dicle Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 1(1): 23-28.
- Tanrıkulu Hİ 2009. Türkiye’de Halk Arasında Diabetes Mellitus Tedavisinde Kullanılan *Arctium Lappa* Ekstrelerinin Stz İle Hiperglisemi Yapılmış Sıçanların Kan Glikoz Seviyelerine Etkileri. *Dumlupınar Üniversitesi. Fen Bil. Ens., Biyoloji ABD, Yüksek Lisans Tezi*. 53 s.
- Virdi J, Sivakami S, Shahani S, Suthar AC, Banavalikar MM, Biyani MK 2003. Antihyperglycemic effects of three extracts from *Momordica charantia*. *Journal of Ethnopharmacology*, 88(1): 107-11.

## *Astragalus diphtherites* FENZL var. *diphtherites* ve *Astragalus gymnaopecias* RECH. FIL'in Gövde ve Kök Kısımlarından Farklı Çözücüler ile Elde Edilen Özütlerin İn Vitro Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi

Cumali KESKİN<sup>1</sup> , Hasan Çetin ÖZEN<sup>2</sup> , Zuhale TOKER<sup>2</sup> , Göksel KIZIL<sup>3</sup> , Murat KIZIL<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Mardin Artuklu University, Department of Nutrition and Dietetics, School of Health, Mardin, <sup>2</sup>Dicle University, Department of Biology, Faculty of Science, 21280 Diyarbakir, <sup>3</sup>Dicle University, Department of Chemistry, Faculty of Science, Diyarbakir,

✉ : cumalikeskin@artuklu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı farklı polariteye sahip çözücü serilerinden geçiren *Astragalus diphtherites* var. *diphtherites* (*A. diphtherites*) ve *Astragalus gymnaopecias* (*A. gymnaopecias*) türlerinin gövde ve kök kısımlarının antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin araştırılmasıdır. Antioksidan özellikleri belirlemek için özütlerin total fenolik, total flavonoid, DPPH, metal şelatlama, indirgeme gücü ve hidroksi radikalini söndürme aktiviteleri test edildi. En yüksek total fenolik bileşen miktarı *A. diphtherites*' de gövdede metanol, kökte ise aseton özütünden elde edilirken *A. gymnaopecias*' ta gövdede metanol kökte ise etil asetat özütünde tespit edildi. *A. diphtherites* ve *A. gymnaopecias*' ta en yüksek total flavonoid miktarları ve indirgeme gücü aktiviteleri gövdede aseton kökte ise etil asetat özütlerinden elde edildi. *A. diphtherites* için en yüksek DPPH radikalini söndürme aktivitesi, gövdede metanol kökte ise aseton özütünde, *A. gymnaopecias*' ta gövdede metanol kökte ise etil asetat özütünde tespit edildi. *A. diphtherites*' te gövde kısmından elde edilen metanol ve kök kısmından elde edilen hekzan özütleri, *A. gymnaopecias*' ta ise gövde ve kök kısımlarının metanol özütleri en yüksek metal şelatlama aktivitesi gösterdi. Her iki türde de gövde ve kök etil asetat özütleri en yüksek hidroksil radikalini söndürme aktivitesi gösterdi. *A. gymnaopecias*'ın gövde aseton ve metanol özütlerinin *Streptococcus pyogenes*'in büyümesi üzerinde inhibisyon etkisine sahip olduğu tespit edildi.

DOI:10.18016/ksudobil.322478

### Makale Tarihi

Geliş : 19.06.2017

Kabul : 27.08.2017

### Anahtar Kelimeler

*Astragalus diphtherites* FENZL var. *diphtherites*,  
*Astragalus gymnaopecias* RECH. FIL.,  
Antioksidan,  
Antimikrobiyal,  
Biyolojik aktivite

### Araştırma Makalesi

Determination of in vitro antioxidant and antimicrobial properties of shoot and root extracts of *Astragalus diphtherites* FENZL var. *diphtherites* and *Astragalus gymnaopecias* RECH. FIL. obtained by different solvents.

### ABSTRACT

Objective of this study was to investigate the antioxidant and antimicrobial properties of shoot and root parts of *Astragalus diphtherites* var. *diphtherites* (*A. diphtherites*) and *Astragalus gymnaopecias* (*A. gymnaopecias*) species which were subjected to solvent series with different polarity. Total phenolic, total flavonoid, 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH), metal chelating, reducing power and hydroxy radicals scavenging activities of the extracts were tested to determine antioxidant properties. The highest total phenolic content of *A. diphtherites*, was obtained from the methanol extract of shoots and the acetone extract of root parts. On the other hand, the highest total phenolic content in *A. gymnaopecias* were achieved from methanol extract of shoot parts and the ethyl acetate extract of the root part. The highest amount of total flavonoids and reducing power activities of *A. diphtherites* and *A. gymnaopecias* were obtained from the acetone extracts in the shoot part and from

### Article History

Received: 19.06.2017

Accepted: 27.08.2017

### Keywords

*Astragalus diphtherites* FENZL var. *diphtherites*,  
*Astragalus gymnaopecias* RECH. FIL.,  
Antioxidant,  
Antimicrobial,  
Biological activity

### Research Article

the ethyl acetate extracts in the root part. While the highest DPPH radical scavenging activity was determined in the methanol extract in the shoot part and the acetone extract in the root part of *A. diphtherites*. The highest DPPH radical scavenging activity for *A. gymnaepecias* was determined in the methanol extract of the shoot part and the ethyl acetate extract of the root part. The highest metal chelating activity was seen in the methanol extracts from shoot parts and in the hexane extracts from the root part of *A. diphtherites*. The ethyl acetate extracts of the shoot and root part in both species showed the highest hydroxyl radical scavenging activity. It was determined that acetone and methanol extracts of the shoot part of *A. gymnaepecias* have inhibition effect on the growth of *Streptococcus pyogenes*.

**To Cited :** Keskin C, Özen HÇ, Tokar Z, Kızıl G, Kızıl M. 2018. *Astragalus diphtherites* FENZL var. *diphtherites* ve *Astragalus gymnaepecias* RECH. FIL'in Gövde ve Kök Kısımlarından Farklı Çözücüler ile Elde Edilen Özütlerin İnvitro Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):157-166, DOI:10.18016/ksudobil.322478.

## INTRODUCTION

Plants have been used extensively for therapeutic purposes since ancient times (Ortega-Ramirez et al., 2014). Herbal medicines, which have been begun to be ignored with the development of the pharmaceutical industry, have come to the fore again due to adverse side effects caused by synthetic medicines. Studies in this area have focused on revealing the therapeutic properties of plants that are found in nature (Pu et al., 2015). According to a report prepared by World Health Organization (WHO), the numbers of medicinal plants that are used for treatment are around 20.000 (WHO, 2002). Herbs produce secondary metabolites in order to defense themselves against to herbivores and microorganisms, and maintain their generations (Mulabagal and Tsay, 2004). The therapeutic properties of plants are due to the secondary metabolites in which they contain. It is estimated that there are about 100.000 kinds of secondary compounds in plants. Antimicrobial and antioxidant properties of secondary metabolites that are produced by plants have been extensively investigated in recent years (Kashani et al., 2012). One of the most important of the herbal secondary metabolite groups is undoubtedly antioxidants. Oxygen, which acts in many metabolic processes, can gain radical properties during the use phase of metabolic pathways, and in consequence of that a variety of reactive oxygen species are occurred. Reactive oxygen can cause DNA mutation and disrupting in the membrane structures of cells and tissues resulting from lipid peroxidation. Radical scavenger antioxidant substances are needed to remove the effects of reactive oxygen (Aktepe et al., 2015; Keskin, 2015, Keskin et al., 20017). Plants can defend against destructive effects of free radicals by virtue of flavonoids, anthocyanins, carotenoids, glutathione, vitamins, endogenous metabolites that are found in their structures and the many natural products with strong antioxidant activity like these. It

is also known that antioxidant effects of plants having medical value are derived from phenolic compounds and flavonoid content in particular (Roidoung et al., 2016; Eghbaliferiz and Iranshahi, 2016; Lia et al., 2017a; George et al., 2017). Flavonoids are known as biological response modifiers of nature (Nakagami et al., 1995). The reason is that they have the ability to regulate the body's response against to other compounds such as allergens, viruses, carcinogens by means of their proven anti-inflammatory, antiallergic, antiviral and anticarcinogenic properties. Nonetheless, they are potent antioxidants that provide significant protection against oxidative stress and free radical damage. They are one of the classes of the most common and most found secondary plant phenolics by these properties (Formica and Regelson, 1995; Guardia et al., 2001; Kim et al., 2004; Song et al., 2005).

There are approximately 2500 species of the type of *Astragalus* in the world (Akan and Civelek, 2001). It was reported that *Astragalus* species contain bioflavonoids, choline and astragalins B and amino acids, triterpene glycosides, flavonoids, isoflavonoids and saponins (Cui et al., 2003; Shao et al., 2004; Huang et al., 2009). Since they also contain important polysaccharides playing a role in the regulation and strengthening of the immune system they are seen as an alternative for the treatment of cancer and virus diseases. Moreover *Astragalus* is known with its feature that protects the liver against to fibrosis. (Gui et al., 2006; Wang et al., 2016; Lai et al., 2017b).

In this study, the antioxidant potential of the extracts which obtained from shoot and root parts of *A. diphtherites* and *A. gymnaepecias* taxa by using solvents with different polarity, the amount of total phenolic and total flavonoid, the activity of DPPH radical scavenging, the metal chelating, the reducing power and the activities of hydroxyl radical scavenging were determined by testing in order to contribute to understanding of the importance of medicinal plants.



Antimicrobial properties of plant extracts were investigated using disk diffusion method.

## MATERIAL and METHOD

### Material

*A. diptherites* and *A. gymnaopecias* (Endemic samples collected from the vicinity of Mardin (Bakakri/37°19'15"N, 40°45'23"E) and Diyarbakır (Devegeçidi dam lake road 3. km/38°05'25"N, 40°00'48"E) respectively. Taxonomic identification of the plant samples were confirmed by Dr. A. Selçuk Ertekin from Dicle University. Plant samples were stored in the Herbarium (voucher no. DUF 9711, 9344 respectively) of same institutions.

### Tested Microorganisms

*Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615 *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Bacillus subtilis* ATCC 11774 standard bacterial strains and *Candida albicans* ATCC 10231 yeast were used for antimicrobial evaluation of collected plant extracts. Tested microorganisms were obtained from the Dicle University, Faculty of Medicine, and Department of Microbiology.

### Reagents

Commercially obtained butylated hydroxy anisole (BHA), gallic acid (3,4,5-trihydroxy benzoic acid), 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH), ferrozine (3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid sodium salt), ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), butylated hydroxytoluene (BHT), sodium carbonate (NaCO<sub>3</sub>), deoxyribose (Sigma-Aldrich), potassium phoshate monobasic (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), quercetin dihydrate, aluminium nitrate [Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>], potassium acetate (CH<sub>3</sub>COOK), folin&ciocalteu's phenol reagent, potassium ferricyanide [K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>], 2-thiobarbituric acid (TBA), ascorbic acid (Fluka), ferrous chloride 4-hydrous, trichloro acetic acid (TCA), iron (III) chloride (FeCl<sub>3</sub>), dimethyl sulfoxide (DMSO), hexane, ethyl acetate, methanol and acetone (Merck) were used for antioxidant assays. The polarity index of hexane, ethyl acetate, acetone and methanol are 0, 4.3, 5.4 and 6.6 respectively (Snyder, 1974).

Standard antibiotic discs containing Erythromycin (E, 15 µg), Amoxicillin (20 µg)/ Clavulanic acid (10 µg) (AMC, 30 µg), Ofloxacin (OFX, 5 µg), Netilmisin (NET, 30 µg) (Oxoid) and Amphotericin B (30 µg) (Bristol-Myers Squibb) were purchased commercially.

### Method

#### Preparation of crude plant extracts

The root and shoot parts of the plant, dried at room temperature, were made ready to analysis by grinded.

The totally powdered plant samples in 100 g, were taken in a glass flask and extracted in a magnetic stirrer with organic solvents such as hexane, ethyl acetate, acetone and methanol which differ in terms of polarity in constant stirring rate at 250 rpm. The obtained extracts were undergone to evaporation process after having been undergone to filtrating (Watman No. 1 filter) process and the crude extracts were obtained. This process was repeated three times for each solvent. Fractionated hexane, ethylacetate, acetone and methanol extracts were stored at -20 C° in deep freezer for later use.

In order to determine the total phenolic contents in hexane, ethyl acetate, acetone and methanol extracts obtained from the shoot and root parts of *A. diptherites* and *A. gymnaopecias* species and to determine their DPPH, metal chelating, reducing power and the hydroxyl radical scavenging activities their concentrations in ethyl alcohol were prepared in a way of 1 mg/ml in all extracts, and in order to determine the total amount of flavonoid compounds the stock solutions were prepared in a way of 2 mg/ml.

### In vitro activity measurement methods (Antioxidant assay)

#### Total phenolic content

The total amount of phenolic compounds in the obtained extracts was determined according to the Folin-Ciocalteu colorimetric method (Slinkard and Singleton, 1997). Gallic acid (50–500 µg/ml concentration) was used as standard to construct a linear calibration curve ( $\lambda=765$  nm). The equation was as  $y = 0.0021 \times [\text{GAE}] - 0.036$ ,  $R^2 = 0.997$ .

#### Total flavonoid content

Total flavonoid content of plant extracts were determined based on the formation of flavonoid-aluminium complex by using quercetin (50–500 µg/ml concentration) as the standard flavonoid described by Moreno et al., 2000. The equation that was used is  $y = 0.0152 \times [\text{QE}] - 0.0052$ ,  $R^2 = 0.999$  ( $\lambda=415$  nm). Using this equation, the total amount of flavonoid content in the test samples was calculated as the quercetin equivalent (QE) for shoot and root parts of *A. diptherites* and *A. gymnaopecias*.

#### DPPH radical scavenging activity

The free radical scavenging activities of plant extracts were quantitatively tested using a DPPH according to Shimada et al., (1992) method. UV-VIS measurements were performed at 515 nm and results were calculated from the equation given in literature (Dorman and Hiltunen, 2004). The IC<sub>50</sub> values were calculated in µg/ml by plotting the percentage inhibition versus the increased extract concentration. IC<sub>50</sub> (µg/ml) values of plant extracts were calculated using the linear

regression analysis test in the Prism Version 2.0 program.

### Metal chelating activity

The metal chelating activity of root and shoot extracts of fractionated *A. diphtherites* and *A. gymnaopecias* species was measured by modified method (Dinis et al., 1994). EDTA, with strong chelating activity, was used as a positive control. In the Fenton type reactions, while Fe<sup>+2</sup> form the hydroxyl radical by reacting with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> itself also oxidize to Fe<sup>+3</sup>. The formation of OH radical leads to lipid peroxidation, protein modification and DNA damage. In the presence of *Astragalus* extracts, the conversion to Fe<sup>+3</sup>/Fe<sup>+2</sup> was investigated by Oyaizu method ( $\lambda=700$  nm) (Oyaizu, 1988).

### OH radical scavenging activity

The hydroxyl scavenging activity of plant extracts were measured with deoxyribose method (Halliwell et al., 1987). This method is based on some equations. The hydroxyl radical attacks the deoxyribose and at the end of the series reaction are formed to malondialdehyde (MDA). MDA reacts with TBA, and pink-colored MDA-TBA complex is formed ( $\lambda=532$  nm). DMSO was used as positive control. Inhibition values of hydroxyl radical scavenging activity of *A. diphtherites* and *A. gymnaopecias* shoot and root parts were calculated according to the below formula.

$$\% I = [ ( A_{\text{control}} - A_{\text{sample}} ) / A_{\text{control}} ] \times 100$$

### Antimicrobial activity assay

#### Preparation of the stock plant solution

8 mg/mL stock solutions of hexane, ethyl acetate, acetone and methanol extracts obtained from the shoot and root parts of *A. diphtherites* and *A. gymnaopecias* were prepared in methanol. Prepared stock solutions were filtered by using sterile 0.45  $\mu\text{m}$ -por membrane filters in order to separate from insoluble fragments.

#### Preparation of microbial cultures and application of disc diffusion assay

Antimicrobial activity was determined with disk diffusion test by taking N.C.C.L.S (National Committee for Clinical Laboratory Standards) rules into account (Clark and Jacobs, 1998). Disc diffusion test was performed by using Mueller Hinton Agar (MHA, oxoid), Nutrient Agar (NA, oxoid) and Sabouraud Dextrose Agar (SDA, merck) medium. The bacterial strains that were used by inoculated in 20 ml Mueller Hinton Broth medium, and the yeast strain that were used by inoculated in 20 ml Sabouraud Dextrose Broth medium, were incubated at 37 °C for overnight in a water bath at 120 rpm. According to the growth needs of the tested microorganisms MHA (*B. subtilis*, *S. pyogenes*), NA (*P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. coli*) and SDA (*C. albicans*) that were sterilized and

cooled to 45-50 °C, were ensured to be solidify properly by poured into sterile petri dishes of 25 ml and 9 cm in diameter. The mediums were kept in oven at 37 °C for overnight. The cultures of bacterial (10<sup>8</sup> cell/ml) and yeast strains (10<sup>7</sup> cell/ml) that had been left in the water bath were taken and distributed to sterile petri dishes using sterile cotton swab by taken 150  $\mu\text{L}$  from them. It was ensured them to be distributed in the medium as a homogenous. The 10  $\mu\text{L}$  (80  $\mu\text{g}/\text{disc}$ ), and 20  $\mu\text{L}$  (160  $\mu\text{g}/\text{disc}$ ) plant extracts were impregnated to sterile blank paper discs (6 mm in diameter). Negative controls were prepared using the same solvents (methanol) utilized to dissolve the tested extracts. The discs, whose plant solutions were impregnated, were placed on the solidified agar by being pressed lightly on them. Petri dishes that were prepared in this way were incubated at 37 °C for 24 hours. At the end of this period, the inhibition zone diameters formed on the medium, were measured in mm using a ruler. In the same conditions, this test was repeated 3 times. Commercially purchased standard antibiotic discs were used as positive control.

### RESULT and DISCUSSION

The total phenolic and flavonoid compound contents of the plants constitute one of the important parameters in determining antioxidant properties. In this study, the antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained with solvents that vary from non-polar to polar were investigated.

The highest amount of total phenolic compound in *A. diphtherites* was obtained from the methanol (76.1  $\mu\text{g}$  GAE/mg extract) in shoot and the acetone (48.2  $\mu\text{g}$  GAE/mg extract) extract in root. The highest amount of total flavonoids in the same plant was obtained from the acetone (42.2  $\mu\text{g}$  QE/mg extract) extracts in the shoot and from the ethylacetate (4.23  $\mu\text{g}$  QE/mg extract) extracts in the root. The highest amount of total phenolic compound was detected in the methanol extract (54.66  $\mu\text{g}$  GAE/mg extract) obtained from the shoot part of the *A. gymnaopecias* and the ethylacetate extract (35.83  $\mu\text{g}$  GAE/mg extract) obtained from the root part, and the highest amount of total flavonoid content was detected in the acetone extract (80.15  $\mu\text{g}$  QE/mg extract) obtained from the shoot part of the plant and the ethylacetate extract (14.01  $\mu\text{g}$  QE/mg extract) obtained from the root part (Table 1,2).

Flavonoid-rich foods consumed by humans can show substantial anti inflammatory, anti allergic and anticancer activities (de Castro and Anderson, 2015). According to these results, it is seen that the shoot parts of both plants contain higher polar phenolic and flavonoid compounds than the root parts of them. The radical scavenging capacities of different phenolic antioxidants such as flavonoid, tannin, kumarin and xanthone vary depending on the amount of compound.

Plant extracts with more polar compounds exhibit better radical scavenging properties although there are very small differences (Yeşilada et al., 2000; Kang et al., 2003; Zlotec et al., 2016). It was found in studies on different *Astragalus* species that antioxidant capacities of species with higher polar phenolic compounds are higher (Cai et al., 2004; Wong et al., 2006; Tahawa et al., 2007; Borneo et al., 2009). Free radical scavenging activities of the extracts that were obtained from both plants were determined by activity of scavenging the DPPH radical. The results were compared with the BHT and BHA values that were used as positive control in the tested concentrations. The results obtained show that the polar extracts obtained from root and shoot parts of both plants have

close or higher radical scavenging activity than BHA and BHT, which were used as positive control in certain concentrations (Table 3).

It is known that the antioxidant activities of the compounds are derived from polar compounds including aromatic hydroxyl group (Yeşilada et al., 2000). In a study in which methanol and hexane/dichloromethane extracts obtained from aboveground parts of some *Astragalus* species were examined in terms of DPPH activity, it was reported that IC<sub>50</sub> (µg/ml) values of methanol extracts that were obtained from plants were in the range of 68-400 and their non-polar extracts did not show DPPH activity (Adıgüzel et al., 2009).

Table 1. Total phenolic contents of hexane, ethyl acetate, acetone and methanol extracts of shoot and root parts of *A. diphtherites* and *A. gymnaepecias*.

Plant	Total phenolic content* (µg GAE/mg extract)							
	Shoot				Root			
	Heg	EtOAc	Ace	MeOH	Heg	EtOAc	Ace	MeOH
<i>A. diphtherites</i>	19.4±1.4*	23.5±0.9	32.4±0.8	76.1±0.9	32.5±1.4	27.2±0.9	48.2±1.5	30.7±1.5
<i>A. gymnaepecias</i>	32.33±1.8	40.83±1.3	42.33±2.8	54.66±2.3	32.33±1.5	35.83±1.8	19.66±1.8	17.66±1.3

\*Data are presented as mean values; ±standard deviation (SD) of triplicate values.

Table 2. Total flavonoid contents of hexane, ethyl acetate, acetone and methanol extracts of shoot and root parts of *A. diphtherites* and *A. gymnaepecias*.

Plant	Total flavonoid content* (µg QE/mg extract)							
	Shoot				Root			
	Heg	EtOAc	Ace	MeOH	Heg	EtOAc	Ace	MeOH
<i>A. diphtherites</i>	8.58±0.3*	5.44±0.2	42.20±0.5	39.31±0.2	2.31±0.3	4.23±0.3	4.1±0.2	2.31±0.2
<i>A. gymnaepecias</i>	11.20±0.3	77.67±2.4	80.15±0.3	36.81±0.3	4.21±0.2	14.01±0.1	10.43±0.2	11.20±0.1

\*Data are presented as mean values; ±standard deviation (SD) of triplicate values.

Table 3. Effect of different solvent extracts of *A. diphtherites* and *A. gymnaepecias* shoot and root extracts on the inhibition of DPPH free radical (n=3, mean±standard deviation)\*.

	% IC <sub>50</sub> µg/mL*						
	5µg/mL	25µg/mL	50µg/mL	100µg/mL	150µg/mL	250µg/mL	350µg/mL
A1S Heg	7.20±0.9	10.57±0.5	22.37±0.6	27.10±0.4	22.56±0.2	27.12±0.5	27.07±0.9
A1S EtOAc	12.98±0.2	20.87±0.7	33.38±1.1	41.39±1.0	43.23±0.7	50.15±0.9	57.34±1.1
A1S Ace	14.53±0.7	22.76±0.7	32.72±0.4	46.78±0.9	52.95±0.7	64.34±0.3	70.48±0.5
A1S MeOH	9.85±0.6	19.73±0.8	30.58±0.6	58.16±0.8	62.92±0.9	68.06±0.4	79.01±0.7
A1R Heg	7.20±0.9	17.97±0.5	16.27±0.6	27.32±0.7	24.63±0.5	29.96±0.5	35.92±0.6
A1R EtOAc	16.70±0.6	35.71±0.3	55.47±0.6	58.99±0.5	85.06±0.8	90.91±0.1	90.26±0.4
A1R Ace	20.39±0.7	40.01±0.7	44.46±0.4	71.13±0.9	87.64±0.8	90.38±0.6	91.55±0.2
A1R MeOH	10.72±0.5	13.19±0.2	28.66±0.1	36.53±0.2	42.52±0.2	50.74±0.8	58.41±0.9
A2S Heg	11.74±0.2	13.98±0.7	14.22±0.2	10.31±0.2	13.90±0.2	14.29±0.7	18.31±0.9
A2S EtOAc	14.02±0.4	15.74±0.8	18.84±0.7	21.77±0.4	24.78±0.9	29.20±0.9	31.68±0.9
A2S Ace	11.86±0.9	21.85±0.9	25.97±0.3	33.60±0.5	41.82±0.4	52.02±0.3	55.61±0.8
A2S MeOH	14.59±0.9	22.66±0.3	36.36±0.9	59.62±0.6	78.02±0.6	85.13±0.9	86.83±0.2
A2R Heg	4.20±0.2	5.71±0.2	6.59±0.4	7.65±0.2	10.06±0.2	13.34±0.5	16.62±0.2
A2R EtOAc	4.27±0.8	16.35±0.7	33.98±0.9	43.71±0.5	58.69±0.2	76.84±0.7	84.10±0.9
A2R Ace	5.58±0.2	10.11±0.7	16.23±0.1	21.03±0.9	25.57±0.9	45.91±0.6	56.07±0.6
A2R MeOH	4.44±0.4	5.73±0.9	8.22±0.8	15.24±0.3	30.10±0.5	32.65±0.9	39.62±0.9
BHA	37.17±0.4	43.19±0.2	88.98±0.4	89.96±0.5	90.49±0.6	90.92±0.5	95.46±0.6
BHT	22.99±0.2	35.59±0.3	52.88±0.4	72.63±0.2	81.67±0.5	88.00±0.3	88.68±0.1

A1: *A. diphtherites*, A2: *A. gymnaepecias*, S: Shoot, R: Root, Heg: Hegzane, EtOAc: Ethylacetate, Ace: Acetone, MeOH: Methanol.

\*Data are presented as mean values±standard deviation (SD) of triplicate values.

In another study Jaradat et al (2017) investigated the DPPH radical scavenging activities of various solvent extracts

(aqueous, acetone, methanol and dichloromethane) of *A. allepicus*, *A. angustifolius*, *A. annularis* and *A. boeticus* and

they reported that highest IC<sub>50</sub> values were observed in methanol extracts. In a study that was made to be determined the antioxidant properties of some plants, IC<sub>50</sub> values were reported to be found 156.98%, 13.19%, 19.62%, 52.31% and 145.31% µg/ml for *Astragalus glycyphyllos*, *Trifolium pannonicum*, *Lathyrus binatus*, *Onobrychis scardia* and *Coronilla emerus* species, respectively (Godevac et al., 2008). In our study, the IC<sub>50</sub> values obtained for DPPH activity showed similarity with the studies above (Table 3).

The activity of the reducing power was found to be higher in the shoot and root acetone extracts of *A. diphtherites* having the highest total flavonoid and total phenolic contents. It was seen that the extracts obtained from both root and shoot parts of *A. gymnaopecias* exhibited similar reducing power activity depending on the increase in concentration. Although both the root and shoot acetone extracts of *A. diphtherites* had the

highest reducing power activity, it was found that they had moderate activity in comparison with BHT and BHA, which were used as positive controls. However, it was determined that the extracts obtained from *A. gymnaopecias* showed increase in activity depending

on the concentration ratio, but they had very low activity values when compared with positive controls (Table 4). Luo and Fan (2011) reported that ethyl acetate extract of *Astragalus* demonstrated highest reducing power and DPPH radical scavenging activity when compared to other extracts (butanol, petroleum ether and water). The highest metal chelating activity in the studied concentration ranges (25-350 µg/ml) were showed the shoot and root acetone extract of *A. diphtherites* and the ethyl acetate extract (shoot and root) of *A. gymnaopecias*.

Table 4. Reducing potential of different solvent extract of *A. diphtherites* and *A. gymnaopecias* shoot and root parts and BHA, BHT as standards (n=3, mean±standard deviation)\*.

	Fe <sup>3+</sup> /Fe <sup>2+</sup> reducing power (A <sub>700nm</sub> )* (µg/mL extract)					
	25µg/mL	50µg/mL	100µg/mL	150µg/mL	250µg/mL	350µg/mL
<b>A1S Heg</b>	0.04±0.01	0.05±0.01	0.07±0.01	0.07±0.01	0.11±0.03	0.15±0.01
<b>A1S EtOAc</b>	0.04±0.00	0.04±0.02	0.05±0.00	0.05±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01
<b>A1S Ace</b>	0.05±0.00	0.07±0.00	0.09±0.01	0.12±0.00	0.19±0.01	0.23±0.03
<b>A1S MeOH</b>	0.06±0.00	0.07±0.01	0.09±0.02	0.12±0.00	0.15±0.00	0.18±0.03
<b>A1R Heg</b>	0.05±0.00	0.07±0.00	0.09±0.00	0.09±0.02	0.11±0.0	0.18±0.01
<b>A1R EtOAc</b>	0.05±0.00	0.05±0.01	0.06±0.00	0.07±0.00	0.08±0.02	0.10±0.01
<b>A1R Ace</b>	0.7±0.01	0.08±0.00	0.13±0.02	0.14±0.01	0.23±0.00	0.27±0.00
<b>A1R MeOH</b>	0.05±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01	0.08±0.00	0.09±0.03	0.11±0.02
<b>A2S Heg</b>	0.07±0.00	0.09±0.00	0.09±0.00	0.09±0.00	0.10±0.03	0.13±0.01
<b>A2S EtOAc</b>	0.09±0.00	0.09±0.01	0.10±0.00	0.11±0.00	0.13±0.00	0.17±0.00
<b>A2S Ace</b>	0.08±0.00	0.09±0.00	0.10±0.01	0.11±0.00	0.13±0.01	0.16±0.03
<b>A2S MeOH</b>	0.08±0.00	0.09±0.01	0.09±0.02	0.10±0.00	0.12±0.00	0.14±0.03
<b>A2R Heg</b>	0.09±0.00	0.11±0.00	0.11±0.00	0.13±0.01	0.14±0.0	0.15±0.01
<b>A2R EtOAc</b>	0.09±0.00	0.09±0.01	0.11±0.00	0.12±0.00	0.13±0.02	0.16±0.00
<b>A2R Ace</b>	0.09±0.00	0.09±0.00	0.10±0.02	0.10±0.01	0.12±0.00	0.13±0.00
<b>A2R MeOH</b>	0.09±0.00	0.09±0.01	0.09±0.00	0.10±0.00	0.10±0.03	0.11±0.00
<b>BHA</b>	0.19±0.00	0.32±0.02	0.44±0.01	0.47±0.02	0.54±0.00	0.65±0.03
<b>BHT</b>	0.09±0.00	0.14±0.01	0.24±0.00	0.35±0.02	0.45±0.00	0.53±0.03

It was determined that the metal chelating activity of extracts obtained from the shoot part of *A. diphtherites* increased with the increasing polarity of the solvents used in the extraction process and the plant showed an rising in proportional to the amount of phenolic compound. It was determined that the metal chelating activities of the hexane and methanol extracts obtained from the root part of the plant had higher and closer activity values than the ethylacetate and acetone extracts. The increase in the metal chelating activity in the extracts obtained from the shoot part of *A. gymnaopecias*, showed variability depending on the polarity as in the *A. diphtherites*.

When the extracts that were obtained from shoot part of the plant was examined, it was determined that activities of hexane, ethyl acetate and acetone extracts were close to each other whereas activities of methanol extracts were very high. It was determined that metal chelating activity was less in low concentrations when *A. diphtherites* was compared to standard EDTA, while at high concentrations, root hexane and methanol extracts showed moderate activity, but the acetone and

methanol extracts of the shoot showed the same activity with positive control. In the *A. gymnaopecias*, it was determined that methanol extracts obtained from the stem part, showed metal chelating activity that is very close to positive control at concentrations of 250 and 350 µg/mL. To sum up, it was found that the high metal chelating activity was generally obtained from methanol extracts of high polarity (Table 5).

The groups which make transition with polar solvents are known to be more polyphenolic. Polyphenols have the ability to chelate divalent cations by virtue of the hydroxyl groups in which they contain (Hatano et al., 1989; de las Heras et al., 1998; Lopes et al., 1999; Kang et al., 2003). The activities of different concentrations of plant extracts in scavenging of the hydroxyl radical, in the Fe<sup>2+</sup>/Ascorbat/EDTA/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> system, was examined by deoxyribose method. When compared with the DMSO (used as a positive control), it was found that their capacity of the obtained extracts in scavenging of OH radicals increased depending on increasing in concentration and that the antioxidant capacities of them increased (Table 6).



Table 5. Metal chelating activity of different solvent extract of *A. diphtherites* and *A. gymnaopecias* shoot and root parts at different concentrations (n=3, mean  $\pm$  standard deviation)\*.

	Metal chelating activity ( $A_{562nm}$ )* (Fe <sup>2+</sup> -Ferrozine- $\mu$ g/mL extract)							
	5 $\mu$ g/mL	10 $\mu$ g/mL	25 $\mu$ g/mL	50 $\mu$ g/mL	100 $\mu$ g/mL	150 $\mu$ g/mL	250 $\mu$ g/mL	350 $\mu$ g/mL
<b>A1S Heg</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	7.4 $\pm$ 0.1	15.6 $\pm$ 0.1	19.0 $\pm$ 0.1	24.1 $\pm$ 0.2	31.5 $\pm$ 0.2	37.6 $\pm$ 0.3
<b>A1S EtOAc</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	12.5 $\pm$ 0.1	14.1 $\pm$ 0.1	20.5 $\pm$ 0.1	22.0 $\pm$ 0.2	39.4 $\pm$ 0.2	40.5 $\pm$ 0.2
<b>A1S Ace</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	13.1 $\pm$ 0.3	16.3 $\pm$ 0.4	32.7 $\pm$ 0.3	51.0 $\pm$ 0.2	65.1 $\pm$ 0.3	68.9 $\pm$ 0.3
<b>A1S MeOH</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	4.1 $\pm$ 0.1	14.3 $\pm$ 0.1	28.6 $\pm$ 0.1	33.4 $\pm$ 0.2	62.1 $\pm$ 0.2	74.4 $\pm$ 0.2
<b>A1R Heg</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	12.2 $\pm$ 0.1	22.2 $\pm$ 0.1	36.2 $\pm$ 0.2	38.7 $\pm$ 0.2	49.3 $\pm$ 0.1	62.4 $\pm$ 0.2
<b>A1R EtOAc</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	11.1 $\pm$ 0.1	16.6 $\pm$ 0.1	20.8 $\pm$ 0.1	25.1 $\pm$ 0.1	31.5 $\pm$ 0.1	32.7 $\pm$ 0.2
<b>A1R Ace</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	4.1 $\pm$ 0.1	4.5 $\pm$ 0.1	5.2 $\pm$ 0.1	13.3 $\pm$ 0.1	14.2 $\pm$ 0.1	16.0 $\pm$ 0.2
<b>A1R MeOH</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	13.1 $\pm$ 0.1	16.0 $\pm$ 0.1	17.6 $\pm$ 0.1	26.2 $\pm$ 0.1	34.6 $\pm$ 0.2	51.1 $\pm$ 0.2
<b>A2S Heg</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	17.9 $\pm$ 0.1	19.1 $\pm$ 0.1	20.5 $\pm$ 0.1	27.8 $\pm$ 0.1	41.4 $\pm$ 0.1	46.7 $\pm$ 0.1
<b>A2S EtOAc</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	19.1 $\pm$ 0.4	25.3 $\pm$ 0.1	28.0 $\pm$ 0.1	30.6 $\pm$ 0.2	56.5 $\pm$ 0.2	75.0 $\pm$ 0.2
<b>A2S Ace</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	11.8 $\pm$ 0.1	13.6 $\pm$ 0.1	15.8 $\pm$ 0.1	31.2 $\pm$ 0.2	53.7 $\pm$ 0.2	73.0 $\pm$ 0.2
<b>A2S MeOH</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	22.0 $\pm$ 0.1	30.4 $\pm$ 0.2	46.5 $\pm$ 0.1	67.4 $\pm$ 0.2	86.9 $\pm$ 0.1	89.6 $\pm$ 0.1
<b>A2R Heg</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	13.7 $\pm$ 0.1	14.5 $\pm$ 0.1	15.8 $\pm$ 0.2	24.6 $\pm$ 0.1	36.0 $\pm$ 0.2	46.2 $\pm$ 0.2
<b>A2R EtOAc</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	10.3 $\pm$ 0.1	12.7 $\pm$ 0.1	15.3 $\pm$ 0.2	21.7 $\pm$ 0.2	38.0 $\pm$ 0.2	43.6 $\pm$ 0.2
<b>A2R Ace</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	8.3 $\pm$ 0.1	8.7 $\pm$ 0.1	12.8 $\pm$ 0.1	17.1 $\pm$ 0.2	25.2 $\pm$ 0.2	37.1 $\pm$ 0.2
<b>A2R MeOH</b>	0.0 $\pm$ 0.0	0.00 $\pm$ 0.0	11.6 $\pm$ 0.1	14.9 $\pm$ 0.2	27.5 $\pm$ 0.1	38.0 $\pm$ 0.2	58.8 $\pm$ 0.2	76.4 $\pm$ 0.3
<b>EDTA</b>	33.1 $\pm$ 0.3	60.3 $\pm$ 0.2	99.8 $\pm$ 0.1	99.8 $\pm$ 0.1	99.8 $\pm$ 0.1	99.9 $\pm$ 0.1	99.9 $\pm$ 0.1	99.9 $\pm$ 0.1

Table 6. Hydroxyl (OH) radical scavenging activities of different solvent extracts of *A. diphtherites* and *A. gymnaopecias* according to TBA method (n=3, mean  $\pm$  standard deviation)\*.

	Hydroxyl radical scavenging activity (%)*					
	5 $\mu$ g/mL	10 $\mu$ g/mL	20 $\mu$ g/mL	50 $\mu$ g/mL	75 $\mu$ g/mL	100 $\mu$ g/mL
<b>A1S Heg</b>	56.4 $\pm$ 4.0	58.1 $\pm$ 4.1	60.2 $\pm$ 3.3	61.1 $\pm$ 3.3	61.9 $\pm$ 3.1	62.7 $\pm$ 3.4
<b>A1S EtOAc</b>	73.7 $\pm$ 2.2	75.2 $\pm$ 2.2	76.3 $\pm$ 2.1	77.7 $\pm$ 1.4	79.5 $\pm$ 2.1	82.6 $\pm$ 1.3
<b>A1S Ace</b>	62.8 $\pm$ 3.7	63.8 $\pm$ 3.5	64.9 $\pm$ 3.5	66.6 $\pm$ 3.4	67.6 $\pm$ 3.5	69.1 $\pm$ 3.1
<b>A1S MeOH</b>	73.0 $\pm$ 2.6	74.7 $\pm$ 2.3	75.8 $\pm$ 2.0	77.2 $\pm$ 1.4	79.0 $\pm$ 1.9	81.3 $\pm$ 1.6
<b>A1R Heg</b>	60.5 $\pm$ 3.1	62.1 $\pm$ 3.4	62.1 $\pm$ 3.4	64.7 $\pm$ 2.9	66.5 $\pm$ 3.1	67.5 $\pm$ 2.8
<b>A1R EtOAc</b>	83.7 $\pm$ 1.2	84.7 $\pm$ 1.0	85.6 $\pm$ 1.1	87.1 $\pm$ 0.9	88.4 $\pm$ 0.7	88.8 $\pm$ 0.4
<b>A1R Ace</b>	81.5 $\pm$ 0.6	82.6 $\pm$ 0.5	83.9 $\pm$ 0.8	85.1 $\pm$ 0.3	85.8 $\pm$ 0.3	86.4 $\pm$ 0.6
<b>A1R MeOH</b>	72.4 $\pm$ 4.7	73.9 $\pm$ 4.4	75.2 $\pm$ 4.6	76.6 $\pm$ 4.4	77.7 $\pm$ 3.9	78.5 $\pm$ 3.6
<b>A2S Heg</b>	45.0 $\pm$ 4.2	52.4 $\pm$ 2.6	59.1 $\pm$ 2.1	60.1 $\pm$ 2.4	63.3 $\pm$ 3.6	72.9 $\pm$ 1.5
<b>A2S EtOAc</b>	75.0 $\pm$ 1.8	79.4 $\pm$ 0.9	83.9 $\pm$ 0.8	85.9 $\pm$ 1.0	88.4 $\pm$ 0.8	90.9 $\pm$ 0.9
<b>A2S Ace</b>	72.3 $\pm$ 1.7	76.7 $\pm$ 3.1	79.6 $\pm$ 3.9	83.5 $\pm$ 2.7	87.3 $\pm$ 1.4	90.2 $\pm$ 1.3
<b>A2S MeOH</b>	73.5 $\pm$ 1.9	75.9 $\pm$ 1.6	80.0 $\pm$ 1.2	81.8 $\pm$ 1.4	86.4 $\pm$ 0.6	90.0 $\pm$ 0.7
<b>A2R Heg</b>	74.0 $\pm$ 0.7	79.6 $\pm$ 0.3	82.5 $\pm$ 1.8	84.2 $\pm$ 0.9	85.7 $\pm$ 0.6	87.3 $\pm$ 0.6
<b>A2R EtOAc</b>	69.3 $\pm$ 1.1	74.3 $\pm$ 1.4	78.6 $\pm$ 4.9	82.9 $\pm$ 3.4	87.0 $\pm$ 2.0	89.3 $\pm$ 0.5
<b>A2R Ace</b>	71.1 $\pm$ 0.7	77.0 $\pm$ 4.5	80.5 $\pm$ 3.5	84.2 $\pm$ 1.6	85.6 $\pm$ 0.5	89.0 $\pm$ 1.1
<b>A2R MeOH</b>	70.7 $\pm$ 0.5	77.2 $\pm$ 0.7	80.6 $\pm$ 1.5	81.5 $\pm$ 1.0	82.6 $\pm$ 0.8	84.5 $\pm$ 0.8

The inhibition effects of extracts of *A. diphtherites* and *A. gymnaopecias* species obtained from shoot and root parts by using different solvents on the *Candida albicans* yeast and Gram (+) and Gram (-) bacteria strains, were compared with the standard antibiotics. It was found that the acetone and methanol extracts (160  $\mu$ g/paper disc) of *A. gymnaopecias* shoot formed inhibition on the growth of *S. pyogenes*, but the other extracts showed no inhibition effect on the tested microorganisms (Fig 1).

Digrak et al (1998) investigate the antimicrobial activity of *A. schizophtherus* chloroform extract (500  $\mu$ g/paper disc) and reported low antimicrobial activity (7-10 mm inhibition zone) against tested microorganisms (*E. coli*, *E. aerogenes*, *M. luteus* and *P. fluorecens*). Likewise, Adıgüzel et al., (2009), Shan et al., (2007) and Pistelli et al., (2002) investigate the antimicrobial properties of some *Astragalus* species and observed so weak or no activity on the tested microorganisms.

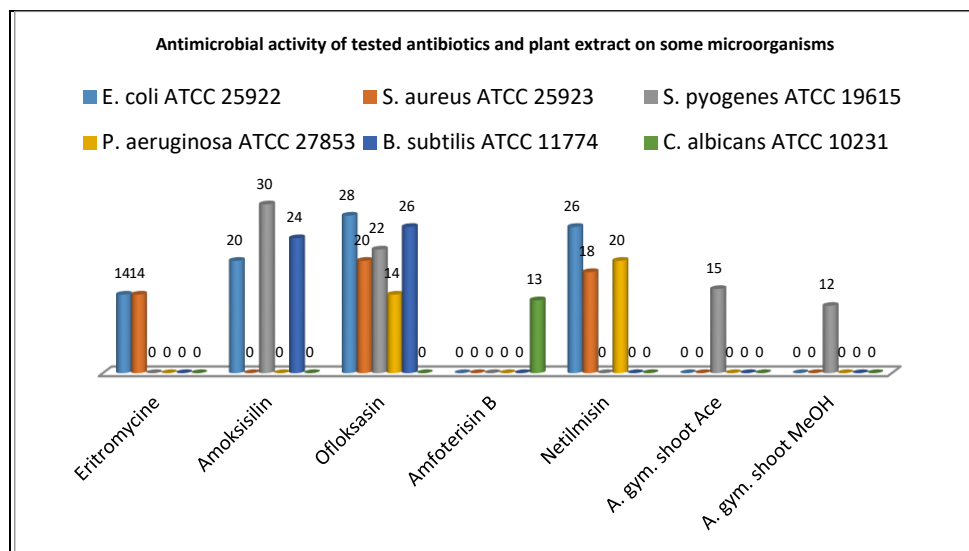


Figure 1. Antimicrobial activity against tested microorganisms; Eritromycine (15 µg/paper disc), Amoksisilin (20 µg/paper disc), Ofloksasin (5 µg/paper disc), Netilmisin (30 µg/paper disc), *A. gym. shoot Ace* (160 µg/paper disc)

## CONCLUSION

It was found that the extracts obtained with the solutions having different polarities from the root and shoot parts of the taxa *A. diphtherites* and *A. gym. shoot Ace* showed different activities from each other. This situation may be associated with the transition of biologically active compounds depending on the polarity of the solvents that was used. That crude extracts obtained by using methanol, ethyl acetate and acetone with different polarity compared to positive controls show high antioxidant activity is very important for the possible use of *Astragalus* species in medical sciences especially in cancer studies, cosmetics and food industry. In the light of the results that were obtained, it is possible to obtain more meaningful results for the purpose of the research with detailed fractionation and pure compound obtaining studies.

## Acknowledgements

The present work was carried out under the financial support of Dicle University (DÜBAP-07-01-25).

## REFERENCE

- Adıgüzel A, Sökmen M, Özkan H, Agar G, Güllüce M, Şahin F 2009. In vitro antimicrobial and antioxidant activities of methanol and hexane extract of *Astragalus* species growing in the eastern Anatolia region of Turkey. Turkish Journal of Biology, 33: 65-71.
- Akan H, Civelek S 2001. *Astragalus aytatchii* (Fabaceae), a new species from Anatolia, Turkey. Annales Botanici Fennici, 38: 167-170.
- Aktepe N, Kocyigit A, Yukselten Y, Taskin A, Keskin C, Celik H 2015. Increased DNA damage and oxidative stress among silver jewellery workers. Biological Trace Element Research, 164(2): 185-191.
- Borneo R, Leon AE, Aguirre, A, Ribotta P, Cantero JJ 2009. Antioxidant capacity of medicinal plants from province Cordoba (Argentina) and their *in vitro* testing in a model food system. Food Chemistry, 112: 664-670.
- Cai Y, Luo Q, Sun Mei, Corke H 2004. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. Life Science, 74: 2157-2184.
- Clark CL, Jacobs MR, Appelbaum PC 1998. Antipneumococcal activities of levofloxacin and clarithromycin as determined by agar dilution, microdilution, e-test, and disk diffusion methodologies. Journal of Clinical Microbiology, 36: 3579-3584.
- Cui R, He JC, Wang B, Zhang F, Chen GY, Yin S, Shen H 2003. Suppressive effect of *Astragalus membranaceus* Bunge on chemical hepatocarcinogenesis in rats. Cancer Chemotherapy and Pharmacology, 51: 75-80.
- de Castro DDSB, Anderson JT 2015. Anticancer properties of bioactive compounds of berry fruits-a review. British Journal of Medicine and Medical Research, 6(8): 771-794.
- de las Heras B, Slowing K, Benedi J, Carretero E, Ortega T, Toledo C, Bermejo P, Iglesias I, Abad MJ, Gomez-Serranillos P, Liso PA, Villar A, Chiriboga X 1998. Antiinflammatory and antioxidant activity of plants used in traditional medicine in Ecuador. Journal of Ethnopharmacology, 61: 161-166.
- Digrak M, İlçim A, Tanis H, Bağcı E 1998. Kahramanmaraş yöresinde yetişen bazı bitkilerin antimikrobiyal aktiviteleri. Ot Sistematik Dergisi, 24: 13-17.
- Dinnis TCP, Madeira VMC, Almeida LM 1994. Action of phenolic derivatives (acetaminophen, salicylate and 5-aminosalicylate) as inhibitors of membrane lipid peroxidation and as peroxy radical scavengers. Archives of Biochemistry and Biophysics, 315: 161-169.

- Dorman HJD, Hiltunen R 2004. Fe(III) reductive and free radical scavenging properties of summer savory (*Satureja hortensis* L.) extract and subfractions. *Food Chemistry*, 88: 193-199.
- Eghbaliferiz S and Iranshahi M 2016. Prooxidant activity of polyphenols, flavonoids, anthocyanins and carotenoids: Updated review of mechanisms and catalyzing metals. *Phototherapy Research*, 30: 1379-1391.
- Formica JV, Regelson W 1995. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids, *Food Chemistry and Toxicology*, 33: 1061-1080.
- George CV, Dellaire G, Rupasinghe HPV 2017. Plant flavonoids in cancer chemoprevention: role in genome stability. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 45: 1-14.
- Godevac D, Zdunic G, Savikin K, Vajs V, Mencovic N 2008. Antioxidant activity of nine Fabaceae species growing in Serbia and Montenegro. *Fitoterapia*, 79: 185-187.
- Guardia T, Rotelli AE, Juarez AO, Pelzer LE 2001. Anti-inflammatory properties of plant flavonoids. Effects of rutin, quercetin and hesperidin on adjuvant arthritis in rat. *Il Farmaco*, 56: 683-687.
- Gui SY, Wei W, Wang H, Wu L, Yi-Sun W, Chen WB, Wu C 2006. Effects and mechanisms of crude *Astragalosides* fraction on liver fibrosis in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 103(2): 154-159.
- Halliwell B, Gutteridge JMC, Auroma OI 1987. The deoxyribose method: a simple 'test tube' assay for determination of rate constants for reaction of hydroxyl radicals. *Analytical Biochemistry*, 165: 215-219.
- Hatano T, Edamatsu R, Haramatsu M, Mori A, Fujita Y, Yasyhara T, Yoshida T, Okuda T 1989. Effects of the interaction of tannins with co-existing substances VI. Effects of tannins and related polyphenols on superoxide anion radical, and on DPPH radical. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 37: 2016-2021.
- Huang X, Liu Y, Song F, Liu Z, Liu S 2009. Studies on principal components and antioxidant activity of different *Radix Astragali* samples using high performance liquid chromatography/electrospray ionization multiple-stage tandem mass spectrometry. *Talanta*, 78: 1090-1101.
- Jaradat NA, Zaid AN, Abuzant A, Khalaf S 2017. Phytochemical and biological properties of four *Astragalus* species commonly used in traditional Palestinian medicine. *European Journal of Integrative Medicine*, 9: 1-8.
- Kang DG, Yun CK, Lee HS 2003. Screening and comparison of antioxidant activity of solvent extracts of herbal medicines in Korea. *Journal of Ethnopharmacology*, 87: 231-236.
- Kashani HH, Hoseini ES, Nikzad H, Aarabi MH 2012. Pharmacological properties of medicinal herbs by focus on secondary metabolites. *Life Science Journal*, 9(1): 509-520.
- Keskin C, Aktepe N, Yukselten Y, Sunguroglu S, Boga M 2017. *In vitro* antioxidant, cytotoxic, cholinesterase inhibitory activities and anti-genotoxic effects of *Hypericum retusum* Aucher flowers, fruits and seeds methanol extracts in human mononuclear leukocytes. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 16(1): 210-220.
- Keskin C 2015. Antioxidant, anticancer, anticholinesterase activities of flower, fruit and seed extracts of *Hypericum amblysepalum* HOCHST. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 16(7): 2763-2769.
- Kim HP, Son KH, Chang HW, Kong SS 2004. Anti-inflammatory Plant Flavonoids and Cellular Action Mechanisms. *Journal of Pharmacological Sciences*, 96: 229-245.
- Lia D, Lia B, Mab Y, Suna X, Lina Y, Meng X 2017a. Polyphenols, anthocyanins, and flavonoids contents and the antioxidant capacity of various cultivars of highbush and half-high blueberries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62: 84-93.
- Lai X, Xia W, Wei J, Ding X 2017b. Therapeutic effect of *Astragalus* polysaccharides on hepatocellular carcinoma H22-bearing mice. *Dose-Response*, 15(1): 1-6.
- Luo A, Fan Y 2011. Antioxidant activities of various fractions extracted from *Astragalus*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(10): 1297-1302.
- Lopes G.K, Schulman HM, Hermes-Lima M 1999. Polyphenol tannic acid inhibits hydroxyl radical formation from fenton reaction by complexing ferrous ions. *Biochimica and Biophysica Acta*, 1472: 142-152.
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *Journal of Ethnopharmacology*, 71: 109-114.
- Mulabagal V, Tsay HS 2004. Plant cell cultures-an alternative and efficient source for the production of biologically important secondary metabolites. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 2(1): 29-48.
- Nakagami T, Nanaumi-Tamura N, Toyomura K, Nakamura T, Shigehisa T 1995. Dietary flavonoids as potential natural biological response modifiers affecting the autoimmune system. *Journal of Food Science*, 60: 653-656.
- Ortega-Ramirez LA, Rodriguez-Garcia I, Leyva JM, Cruz-Valenzuela MR, Silva-Espinoza BA, Gonzalez-Aguilar GA, Siddiqui W, Ayala-Zavala JF 2014. Potential of medicinal plants as antimicrobial and antioxidant agents in food industry: a hypothesis. *Journal of Food Science*, 79(2): 129-137.
- Oyaizu M 1988. Antioxidative activities of browning products of glucosamine fractioned by organic solvent and thin-layer chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 35: 771-775.
- Pistelli L, Bertoli A, Lepori E, Morelli I, Panizzi L 2002. Antimicrobial and antifungal activity of crude extracts

- and isolated saponins from *Astragalus verrucosus*, *Fitoterapia*, 73: 336-339.
- Pu, W, Wang D, Zhou D 2015. Structural characterization and evaluation of the antioxidant activity of phenolic compounds from *Astragalus taipaihanensis* and their structure-activity relationship. *Scientific Reports* 5: 13914;doi: 10.1038/srep13914.
- Roidoung S, Dolan KD, Siddiq M 2016. Gallic acid as a protective antioxidant against anthocyanin degradation and color loss in vitamin-C fortified cranberry juice. *Food Chemistry*, 210: 422-427.
- Shan B, Cai ZY, Brooks DJ, Corke H 2007. The *in vitro* antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 117: 112-119.
- Shao, BM, Xu W, Dai H, Tu P, Li Z, Gao XM 2004. A study on the immune receptors for polysaccharides from the roots of *Astragalus membranaceus*, a Chinese medicinal herb. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 320: 1103-1111.
- Shimada K, Fujikawa K, Yahara K, Nakamura T 1992. Antioxidative properties of xanthin and autooxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 40: 945-948.
- Slinkard K, Singleton VL 1997. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1): 49-55.
- Snyder LR 1974. Classification of the solvent properties of common liquids. *Journal of Chromatography A*, 92: 223-230.
- Song JM, Lee KH, Seong BL 2005. Antiviral effect of catechins in green tea on influenza virus. *Antiviral Research*, 68: 66-74.
- Tahawa K, Alali QF, Gharaibeh M, Mohammad M, El-Elimat T 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chemistry*, 104: 1372-1378.
- Wang Y, Chen Y, Du H, Yang J, Ming K, Song M, Liu J 2016. Comparison of the anti-duck hepatitis A virus activities of phosphorylated and sulfated *Astragalus* polysaccharides. *Experimental Biology and Medicine*, 242(3): 344-353.
- WHO Policy Perspectives on Medicines (Traditional Medicine)-Growing Needs and Potential) No.2 May 2002. WHO Geneva.
- Wong CC, Li BH, Cheng WK, Chen F 2006. A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chemistry*, 97: 705-717.
- Yeşilada E, Tsuchiya K, Takaishi Y, Kawazoe K 2000. Isolation and characterization of free radical scavenging flavonoid glycosides from the flowers of *Spartium junceum* by activity-guided fractionation. *Journal of Ethnopharmacology*, 73(3): 471-478.
- Zlotec U, Mikulska S, Nagajek M, Swieca M 2016. The effect of different solvents and number of extraction steps on the polyphenol content and antioxidant capacity of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) extracts. *Saudi Journal of Biological Science*, 23(5): 628-633.



## Mısır Silajlarında Saha Şartlarında Aerobik Stabilite Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği ile Değerlendirilmesi

Fisun KOÇ<sup>1</sup>, Mehmet Levent ÖZDÜVEN<sup>1</sup>, Ahmet Şükrü DEMİRCİ<sup>2</sup>, Hasan Ersin ŞAMLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, <sup>2</sup>Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü  
✉ : fkoc@nku.edu.tr

### ÖZET

Araştırmanın ana amacı, çiftlik düzeyinde silajın kimyasal bileşimi ve mikrobiyal kompozisyonu arasında ki ilişkileri ortaya koyabilecek ölçülebilir parametreleri bulabilmek, bu aşamada teknisyenleri ve çiftçileri etkinleştirebilmektir.

Araştırma Tekirdağ ilinde mısır silajı yapan 5 işletmede yürütülmüştür. Bu amaçla toprak üstü silonun yüzey alanı 3 örnekleme bölgesine (sağ, orta ve sol) ayrılmıştır. Her bir bölgedeki sıcaklık değerleri ve ortam sıcaklığı 15 gün süreyle (sıcaklık sensörleri) ile ölçülüp kaydedilmiştir. Araştırmanın 0., 3., 6., 12. ve 15. günlerinde siloların belirlenen 3 farklı noktasından 5 tekrerrür olmak üzere örnekler üzerinden kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin analizler yürütülmüştür. Aynı zamanda, T200 IR marka termal kamera ile 1 m mesafeden silaj örneklerinde her muamele grubunda görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.297173

### Makale Tarihiçesi

Geliş : 17.01.2017

Kabul : 12.04.2017

### Anahtar Kelimeler

Aerobik stabilite,  
kızılötesi termografi tekniği,  
mikrobiyal kompozisyon,  
silaj sıcaklığı

### Araştırma Makalesi

## Evaluation of the Changes in Microbial Composition of Corn Silage Under Farm Conditions During Aerobic Stability Using Thermal Camera Imaging Technique

### ABSTRACT

The aim of the study was to find a correlation between microbial and chemical composition of silage during the feed-out phase and some easily measurable parameters to enable technicians and farmers to quantify the extent of aerobic deterioration at the farm level.

The study was carried out in Tekirdağ where corn silage bunker from 5 farms were examined. For this purpose, the above-ground silo surface layer (left, middle and right region) were allocated to the 3 sampling areas. Temperature values in each region and the ambient temperature for 15 days (temperature sensors) was measured and recorded. Chemical and microbiological parameters analyses of corn silage samples taken from three different sites of silage on 0, 3, 6, 12 and 15<sup>th</sup> days (over 15 days) with five replications were carried out. At the same time, the T200 IR imaging brand evaluation for each treatment group at 1 m distance from the silage samples were recorded with a thermal imaging camera.

The data obtained was then evaluated in ThermaCAM software program. The results show that thermal camera imaging technique offers prospects as a practical method for assessing the aerobic stability of silages on farm.

### Article History

Received: 17.01.2017

Accepted: 12.04.2017

### Keywords

Aerobic stability,  
infrared thermography technique,  
microbial composition,  
silage temperature

### Research Article

**To Cited :** Koç F, Özdüven ML, Demirci AŞ, Şamlı HE 2018. Mısır Silajlarında Saha Şartlarında Aerobik Stabilite Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği ile Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):167-174, DOI:10.18016/ksudobil.297173.

## GİRİŞ

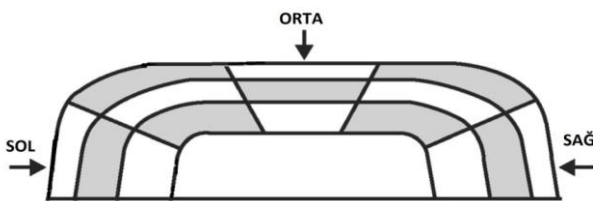
Fermentasyon sürecini takiben silaj kitlesi açıldığında, anaerobik koşullar aerobik koşullara dönüşür. Aerobik koşullar altında, açım öncesi oksijen yokluğu nedeniyle inaktif durumda olan mikroorganizmalar (mayalar ve küfler) çoğalmaya başlar (Kızılsimşek ve ark., 2016). Sonuç olarak silajın bozulması söz konusudur. Silo yemlerinde aerobik bozulmaya olan direncinin saptanmasında genel olarak hava ile temas eden kitlede belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşen sıcaklık, pH ve mikrobiyolojik kompozisyona ilişkin değişimlerden yararlanılmaktadır (Koç ve ark., 2010). Yemleme döneminde silaj kalitesinin mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerle değerlendirilmesi kalifiye personel, ekipman ve laboratuvar gerektirirken, aynı zamanda pahalı ve zaman alıcı bir uygulamadır (Koç ve ark., 2015).

Termal kameralar, kızılötesi dalga boyu (Infrared/IR) spektrumunda, ekipmanla doğrudan temas gerçekleştirilmeden sıcaklık modellerini algılayan cihazlardır (Düzgün ve Erman, 2009). Son derece düşük sıcaklık farklarını algılayabilir ve bu farkları gerçek zamanlı video görüntüsü olarak dönüştürüp monitörde izlenmesini sağlarlar. Termal kameralar elektrikli ekipmanları ve süreç ekipmanlarını denetlemek, sağlık, savunma, veterinerlik, endüstriyel, çevre, gıda tarım ve sivil birçok alanda kullanılmaktadır (Manickavasagan ve ark., 2006; Gowen ve ark., 2010; Manickavasagan ve ark., 2010; Vadivambal ve Jayas, 2011; Addah ve ark., 2012; Koç ve ark., 2015).

Bu çalışmada, saha koşullarında toprak üstü geçici silolarda yapılan silajların mikrobiyal kompozisyonu ile aerobik stabilite ile olan ilişkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda termal kamera ile silajların fotoğrafları kaydedilerek, silo yüzeyindeki sıcaklık dağılımı ile mikrobiyal kompozisyon ile arasında bir ilişkinin olup olmadığı değerlendirilmiştir. Bu sayede, termal kamera görüntüleme tekniğinin aerobik stabilitenin erken döneminde bozulmanın boyutlarını belirleyebilmek amacıyla kullanılıp kullanılmayacağı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Araştırma Tekirdağ ili Banarlı köyündeki 2. ürün mısır silajı yapan 5 işletmede (28 Aralık 2014 - 13 Ocak 2015) tarihleri arasında yürütülmüştür. Bu amaçla toprak üstü silolarda silonun yüzey alanı (sağ, orta ve sol) olmak üzere 3 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Silo alanından örnek alınan bölgeler

Araştırma materyalini oluşturan mısır silajlarının ortalama parça büyüklüğü 2-5 cm olup, silajlara katkı maddesi ilavesi yapılmamıştır.

Araştırmanın 0., 3., 6., 12. ve 15 günlerinde silajların belirlenen 3 farklı noktasından 5 tekrerrür olacak şekilde alınan mısır silaj örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin analizler yürütülmüştür. Silajların oksijenle temas ettiği 15 günlük periyot süresince silajlarda pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidratlar (SÇK), amonyak azotu (NH<sub>3</sub>-N), mikrobiyolojik kompozisyona ilişkin olarak laktik asit bakterileri (LAB), *clostridial* spor, maya ve küf sayımları yapılmıştır. Araştırmada pH, Chen ve ark. (1994), KM analizi Akyıldız (1984), NH<sub>3</sub>-N ve SÇK analizleri Anomim (1986), LA analizi Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntem ile saptanmıştır. LAB, maya ve küf sayımları Seale ve ark. (1990) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. LAB için besi ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklere ait LAB sayımları 30 °C de 3 günlük, maya ve küfler için 30 °C de 5 günlük sıcaklıkta inkübasyon dönemlerini takiben yapılmıştır. *Clostridial* sporlar için ise Jonsson (1990)'un önerdiği yöntem takip edilmiştir. Besi ortamı olarak Differential Reinforced Clostridial Broth Agar kullanılmıştır. Standart yöntemle tüplere ekim yapılmıştır. Ekimden sonra tüplerin üstü anaerob ortam sağlamak üzere yaklaşık 2 cm (4 ml) parafinle kapatılarak vejetatif hücrelerin öldürülmesi sağlanmıştır. Daha sonraki aşamada, sporların germinasyonunu sağlamak için, tüpler su banyosunda 80 °C' de 10 dakika bekletilmiş ve ardından 30 °C' de 7 gün süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında gaz çıkışı olan tüpler pozitif kabul edilmiştir.

Aerobik stabilite döneminde silaj örneklerindeki sıcaklık değişimleri ve ortam sıcaklığı 15 gün süreyle 30 dakikada bir (hobo pentant data logger) takip edilmiştir (Chen ve ark., 1994). Aynı zamanda, T200 IR marka termal kamera ile 1 m mesafeden silaj örneklerinde her muamele grubundan 3 tekrerrürlü olmak üzere (aerobik stabilitenin 0., 3., 6., 12. ve 15. günlerinde) görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesinde varyans analizi, gruplar arasında farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal, 1993). Bu amaçla Statistica (1999) paket programı kullanılmıştır.

**BULGULAR**

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular her bir işletme için ayrı ayrı ele alınarak üzerine çalışılan parametrelerin aerobik stabilite dönemi içerisindeki değişimleri ortaya konulmuştur.

**Silaj materyalinin alındığı siloların genel özellikleri**

Araştırmanın yürütüldüğü toprak üstü geçici silolara ilişkin genel bilgiler Tablo 1 'de sunulmuştur. Genel anlamda değerlendirildiğinde işletmelerin hayvan sayısının az olması (15-20 baş) sebebi ile genellikle siloların kapasiteleri de düşüktür.

Tablo 1. Silaj materyalinin alındığı siloların genel özellikleri

İşletme No	Silo boyutları (m) (enxboyxyyükseklik)	Miktar (ton)	Fermantasyon süresi (gün)
1	7x23x1,3	75	60
2	8x14x1,0	34	90
3	6x10x1,0	20	45
4	6x8x1,0	20	45
5	7x9x1,0	20	45

Araştırmanın yürütüldüğü 1 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite döneminin (0., 3., 6., 12. ve 15.) günlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 2' de verilmiştir. Aerobik stabilite süresi silajların pH, KM, LA, LAB, maya ve *clostridium* sayıları üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH, KM, LA, maya ve *clostridium* değerleri üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların pH, KM ve LA değerleri üzerinde etkili olmuştur (P<0.001).

Araştırmanın yürütüldüğü 2 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 3' de verilmiştir. Özellikle aerobik stabilite süresi silajların pH, KM, NH<sub>3</sub>-N, LA, SÇK, LAB, maya ve *clostridium* sayısı üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH değerini, KM oranı, LAB ve maya sayılarını (P<0.001) düzeyinde, LA oranını ve *clostridium* sayılarını (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların pH değeri ve KM oranı üzerinde etkili olmuştur (P<0.001).

Tablo 2. 1 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH <sub>3</sub> -N <sup>1</sup>	LA <sup>1</sup>	SÇK <sup>1</sup>	LAB <sup>2</sup>	Maya <sup>2</sup>	Küf <sup>2</sup>	<i>Clostridium</i> <sup>2</sup>
0.	sağ	3.76	23.89	3.89	6.10	71.00	4.30	4.40	0.00	1.97
	orta	3.46	24.69	3.84	6.35	73.00	4.38	4.29	0.00	1.95
	sol	3.74	23.57	3.91	6.00	70.50	4.29	4.36	0.00	1.98
3.	sağ	3.78	22.53	4.01	6.18	69.21	4.07	4.40	0.00	2.64
	orta	3.55	24.24	3.99	6.20	65.50	4.19	4.33	0.00	2.57
	sol	3.75	22.15	4.01	6.16	68.50	4.15	4.41	0.00	2.62
6.	sağ	3.82	23.01	6.01	6.13	62.68	3.49	4.46	0.00	2.78
	orta	3.80	23.88	5.98	6.14	63.50	3.09	4.43	0.00	2.76
	sol	3.80	23.10	6.01	6.05	61.50	3.47	4.46	0.00	2.78
12.	sağ	3.84	24.27	5.68	1.75	55.44	2.80	4.54	0.00	2.97
	orta	3.74	23.43	5.64	2.10	56.50	2.92	4.48	0.00	2.94
	sol	3.81	21.58	5.69	1.80	55.00	2.92	4.50	0.00	2.96
15.	sağ	3.88	22.82	5.90	1.09	44.60	1.86	5.60	0.00	4.02
	orta	3.85	22.82	5.65	1.78	50.50	1.90	5.48	0.00	4.00
	sol	3.87	22.05	5.64	1.12	48.85	1.91	5.60	0.00	4.04
SEM		0.020	0.161	1.010	0.415	2.515	0.168	0.085	-	0.124
<b>P</b>										
Gün		<0.001	<0.001	0.643	<0.001	0.083	<0.001	<0.001	-	<0.001
Bölge		<0.001	<0.001	0.373	<0.001	0.550	0.896	<0.001	-	<0.001
Gün X Bölge		<0.001	<0.001	0.472	<0.001	0.460	0.849	0.545	-	0.165

KM: Kuru madde, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat

<sup>1</sup>g/kg KM, <sup>2</sup>log<sub>10</sub>cfu/g TM

Araştırmanın yürütüldüğü 3 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 4'de verilmiştir. Özellikle aerobik stabilite süresi silajların pH, KM, NH<sub>3</sub>-N, LA ve SÇK oranları ile LAB ve maya sayıları üzerinde düzeyinde etkili olmuştur

(P<0.001). Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH değeri, KM, NH<sub>3</sub>-N ve LA oranları ile LAB sayıları üzerinde (P<0.001) düzeyinde SÇK oranı üzerinde ise (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların KM, LA oranı ve LAB sayılarını (P<0.001) düzeyinde, NH<sub>3</sub>-N oranını ise (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur.

Tablo 3. 2 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH <sub>3</sub> -N <sup>1</sup>	LA <sup>1</sup>	SÇK <sup>1</sup>	LAB <sup>2</sup>	Maya <sup>2</sup>	Küf <sup>2</sup>	<i>Clostridium</i> <sup>2</sup>
<b>0.</b>	sağ	3.67	26.31	4.85	4.90	200.50	4.32	4.32	0.00	0.00
	orta	3.59	27.34	4.70	5.25	204.50	4.36	4.28	0.00	0.00
	sol	3.66	26.25	4.90	5.05	186.00	4.34	4.32	0.00	0.00
<b>3.</b>	sağ	3.72	26.67	5.20	4.20	194.00	4.24	4.43	0.00	0.00
	orta	3.53	28.96	5.17	4.31	199.50	4.26	4.41	0.00	0.00
	sol	3.70	26.75	5.17	4.20	188.00	4.24	4.44	0.00	0.00
<b>6.</b>	sağ	3.78	27.13	5.03	3.82	174.56	4.11	4.57	0.00	1.88
	orta	3.66	28.60	5.00	3.90	177.50	4.15	4.54	0.00	1.83
	sol	3.72	27.00	5.04	3.78	176.00	4.11	4.55	0.00	1.89
<b>12.</b>	sağ	3.84	30.05	5.45	3.28	149.50	3.77	4.62	0.00	2.64
	orta	3.74	30.29	5.25	3.38	152.50	3.86	4.60	0.00	2.63
	sol	3.85	30.60	5.35	3.25	148.00	3.79	4.62	0.00	2.64
<b>15.</b>	sağ	3.96	24.56	5.77	3.06	81.47	2.53	4.70	0.00	3.06
	orta	3.75	26.48	5.72	3.10	85.50	2.61	4.67	0.00	3.00
	sol	3.90	25.45	5.76	3.00	83.50	2.48	4.70	0.00	3.08
SEM		0.020	0.326	0.060	0.133	7.851	0.123	0.025	-	0.239
<b>P</b>										
Gün		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	<0.001
Bölge		<0.001	<0.001	0.029	<0.050	0.081	<0.001	<0.001	-	<0.050
Gün X Bölge		<0.001	<0.001	0.544	0.435	0.694	0.244	0.246	-	0.074

KM: Kuru madde, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat  
<sup>1</sup>g/kg KM, <sup>2</sup>log<sub>10</sub>cfu/g TM

Tablo 4. 3 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH <sub>3</sub> -N <sup>1</sup>	LA <sup>1</sup>	SÇK <sup>1</sup>	LAB <sup>2</sup>	Maya <sup>2</sup>	Küf <sup>2</sup>	<i>Clostridium</i> <sup>2</sup>
<b>0.</b>	sağ	3.36	25.55	4.75	16.94	146.00	4.14	3.99	0.00	0.00
	orta	3.30	25.54	4.45	18.02	153.00	4.40	3.98	0.00	0.00
	sol	3.36	25.65	4.55	16.97	149.50	4.32	4.05	0.00	0.00
<b>3.</b>	sağ	3.55	25.93	4.91	15.57	135.64	4.27	4.11	0.00	0,00
	orta	3.43	26.56	4.85	16.10	141.50	4.30	4.08	0.00	0,00
	sol	3.43	24.74	4.91	15.65	135.00	4.28	4.09	0.00	0,00
<b>6.</b>	sağ	3.63	24.91	6.03	11.24	110.42	3.94	4.17	0.00	0,00
	orta	3.51	27.46	5.95	11.70	112.50	3.97	4.14	0.00	0,00
	sol	3.55	25.00	6.02	11.20	110.00	3.93	4.17	0.00	0.00
<b>12.</b>	sağ	3.90	23.88	5.66	3.36	90.09	2.77	4.84	0.00	0.00
	orta	3.70	26.06	5.61	3.20	92.50	2.84	4.78	0.00	0.00
	sol	3.81	23.50	5.61	3.48	90.35	2.72	4.84	0.00	0.00
<b>15.</b>	sağ	3.91	24.48	3.99	1.29	47.24	1.99	5.81	0.00	0.00
	orta	3.83	26.37	3.96	1.33	46.50	2.15	5.83	0.00	0.00
	sol	3.90	24.50	3.90	1.27	43.80	1.85	5.80	0.00	0.00
SEM		0.039	0.193	0.136	1.200	6.837	0.170	0.126	0.00	0.00
<b>P</b>										
Gün		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-
Bölge		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.050	<0.001	0.062	-	-
Gün X Bölge		0.227	<0.001	<0.05	<0.001	0.483	<0.001	0.134	-	-

KM: Kuru madde, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat  
<sup>1</sup>g/kg KM, <sup>2</sup>log<sub>10</sub>cfu/g TM

Araştırmanın yürütüldüğü 4 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 5' de verilmiştir. Özellikle aerobik stabilite süresi silajların pH, LA, SÇK, LAB, maya sayısı üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH, SÇK ve maya değerleri üzerinde

(P<0.001) düzeyinde, LA değerini ise (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların pH değeri üzerinde (P<0.001), maya sayısında ise (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü 5 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve



mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 6' da verilmiştir. Özellikle aerobik stabilite süresi silajların pH, LA, SÇK, LAB ve maya sayısı üzerinde (P<0.001) ve KM (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH ve maya

değerleri (P<0.001), KM (P<0.01), SÇK (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların pH değeri üzerinde etkili olmuştur (P<0.001).

Tablo 5. 4 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH <sub>3</sub> -N <sup>1</sup>	LA <sup>1</sup>	SÇK <sup>1</sup>	LAB <sup>2</sup>	Maya <sup>2</sup>	Küf <sup>2</sup>	<i>Clostridium</i> <sup>2</sup>
0.	sağ	3.66	29.53	4.02	9.00	179.00	4.41	4.24	0.00	0.00
	orta	3.48	30.88	4.01	9.35	185.50	4.42	4.21	0.00	0.00
	sol	3.67	29.79	5.15	8.95	179.00	3.90	4.24	0.00	0.00
3.	sağ	3.71	27.77	5.39	8.29	172.76	2.83	4.38	0.00	0.00
	orta	3.50	32.33	5.32	8.36	178.50	3.05	4.32	0.00	0.00
	sol	3.70	27.84	5.35	8.35	175.00	3.13	4.38	0.00	0.00
6.	sağ	3.78	28.79	6.25	4.82	161.77	2.11	4.55	0.00	0.00
	orta	3.61	34.40	6.19	4.95	166.00	2.15	4.52	0.00	0.00
	sol	3.81	29.00	6.20	4.45	162.00	2.10	4.57	0.00	0.00
12.	sağ	3.85	29.11	6.23	4.15	131.47	2.02	4.64	0.00	0.00
	orta	3.74	30.42	6.02	4.38	133.00	2.11	4.60	0.00	0.00
	sol	3.83	29.44	6.40	4.23	129.50	2.07	4.66	0.00	0.00
15.	sağ	3.90	26.88	6.44	3.99	107.91	0.00	5.00	0.00	0.00
	orta	3.75	28.22	6.03	4.12	112.50	0.00	4.90	0.00	0.00
	sol	3.86	26.44	6.05	4.00	109.50	0.00	4.99	0.00	0.00
SEM		0.022	96.85	1.25	0.40	5.086	0.260	0.046	-	-

*P*

Gün	<0.001	0.442	0.734	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-
Bölge	<0.001	0.383	0.387	<0.05	<0.001	0.462	<0.001	-	-
Gün X Bölge	<0.001	0.474	0.474	0.225	0.572	0.310	<0.05	-	-

KM: Kuru madde, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaya bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat  
<sup>1</sup>g/kg KM, <sup>2</sup>log<sub>10</sub>cfu/g TM

Tablo 6. 5 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH <sub>3</sub> -N <sup>1</sup>	LA <sup>1</sup>	SÇK <sup>1</sup>	LAB <sup>2</sup>	Maya <sup>2</sup>	Küf <sup>2</sup>	<i>Clostridium</i> <sup>2</sup>
0.	sağ	3.88	25.08	3.49	14.41	123.68	4.30	4.40	0.00	0.00
	orta	3.85	23.36	3.84	14.54	127.50	4.38	4.29	0.00	0.00
	sol	3.87	23.58	3.91	14.05	121.50	4.29	4.36	0.00	0.00
3.	sağ	3.78	21.69	4.00	14.01	106.77	4.17	4.32	0.00	0.00
	orta	3.55	24.12	3.99	13.90	111.18	4.26	4.28	0.00	0.00
	sol	3.76	22.40	4.01	13.99	104.56	4.26	4.32	0.00	0.00
6.	sağ	3.84	22.32	6.01	13.45	93.50	4.16	4.17	0.00	0.00
	orta	3.74	23.24	5.98	13.23	95.50	4.15	4.14	0.00	0.00
	sol	3.81	21.09	6.01	13.75	93.50	4.14	4.17	0.00	0.00
12.	sağ	3.82	23.72	5.68	11.95	70.50	4.03	5.84	0.00	0.00
	orta	3.80	24.79	5.64	12.35	79.00	3.96	5.78	0.00	0.00
	sol	3.80	23.23	5.69	11.84	71.00	3.94	5.84	0.00	0.00
15.	sağ	3.76	21.64	5.90	8.45	48.50	3.36	6.81	0.00	0.00
	orta	3.46	25.09	5.65	9.45	52.00	2.85	6.83	0.00	0.00
	sol	3.74	20.50	5.64	8.50	48.00	2.78	6.80	0.00	0.00
SEM		0.020	0.288	1.010	0.382	4.897	0.097	0.195	-	-

*P*

Gün	<0.001	<0.05	0.643	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-
Bölge	<0.001	<0.01	0.373	0.278	<0.05	0.466	<0.001	-	-
Gün X Bölge	<0.001	0.065	0.472	0.410	0.959	0.489	0.147	-	-

KM: Kuru madde, NH<sub>3</sub>-N: Amonyaya bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat,  
<sup>1</sup>g/kg KM, <sup>2</sup>log<sub>10</sub>cfu/g TM

Aerobik stabilite süresince işletmelerdeki sıcaklık sensör verilerine ilişkin ortalama değerler (Tablo 7)'de sunulmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü (28 Aralık 2014 - 13 Ocak 2015) tarihleri arasında çevre sıcaklığı maksimum (15 °C) minimum (-5 °C) arasında tespit edilmiştir. Çevre sıcaklığı ortalaması ise 2 °C' dir.

Tablo 7. Aerobik stabilite süresince işletmelerdeki sıcaklık sensör verilerine ilişkin ortalama değerler (°C)

İşletme No	Aerobik bozulma gün	Sıcaklık, maksimum	Sıcaklık, minimum	Sıcaklık, ortalama
1	6	11	-3	2
2	6	12	-2	2
3	6	11	-4	1.8
4	6	11	-3	2
5	6	11	-3	2

## TARTIŞMA

Aerobik stabilite açılan bir silajın ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Aerobik stabilite kompleks bir süreç olup, silolanın ürünün mikrobiyal bileşimi, fermantasyon özellikleri, silaj kitlesinin sıcaklığı ve silaj yoğunluğu oluşabilecek kayıpları etkilemektedir (Koc ve ark. 2009).

Aerobik bozulmanın saha koşullarındaki en tipik belirleyicileri kitlede sıcaklığın yükselmesi ve küf gelişimidir (Bolsen ve ark., 1993; Ruppel ve ark., 1995). Ranjit ve Kung (2000), aerobik stabilite süresini silaj sıcaklığının ortam sıcaklığının 2 °C üzerine yükselmeden önce, stabil kaldığını süre olarak tanımlamaktadır. Bu değerlendirmeye göre, araştırma yürütülen işletmelerde silajların 6. güne kadar stabil kaldığı, aerobik bozulmanın silajların tümünde 6. günden itibaren gerçekleştiği görülmüştür. Bu konuda yapılan çalışmalarda aerobik stabilite üzerinde etkili olan önemli bir faktörün çevre sıcaklığı olduğu yönündedir. Yüksek sıcaklık (35-45 °C) mikrobiyal aktiviteyi teşvik ederek, silajın hızlı bir şekilde bozulmasına neden olur (Uriarte, 2001; Koc ve ark., 2009; Wilkinson ve Davies, 2012). Dolayısıyla sıcak bölgelerde yapılan silajlar, soğuk bölgelerde yapılan silajlara göre ve yaz aylarında yapılan silajlarda kış aylarında yapılan silajlara göre daha fazla ısınırlar. (Filya, 2001). Araştırmanın yürütüldüğü dönemde ortalama çevre sıcaklığı 2 °C civarında tespit edilmiştir. Silajların açıldığı dönem itibari ile kış aylarına denk gelmesi aerobik stabilite dönemini 6. güne kadar uzatmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler bu konuda yapılan çalışmaları destekler

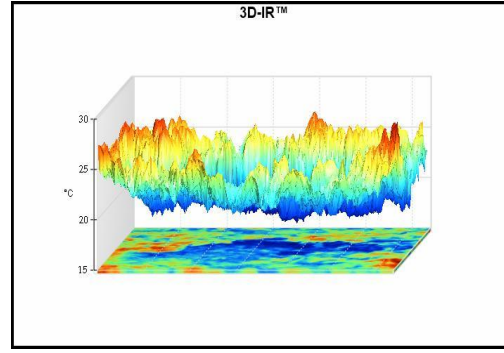
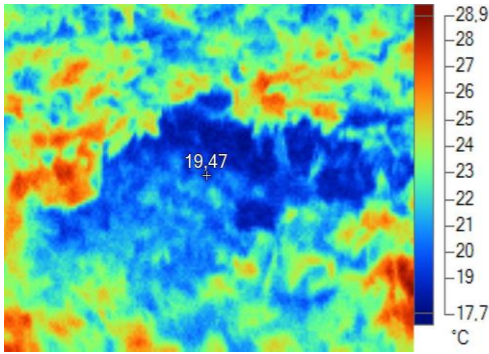
niteliktedir.

Aerobik stabilitenin diğer önemli göstergelerinden biriside silajların küflenmesidir. Araştırma süresince hiçbir işletmede küf oluşumuna rastlanmamıştır. Bu durum üzerinde silajların aerobik stabilite süresince pH değerleri ve silajların açıldığı dönem itibari ile düşük çevre sıcaklığının etkili olduğu söylenebilir.

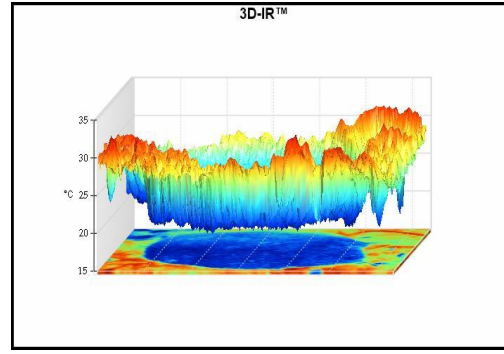
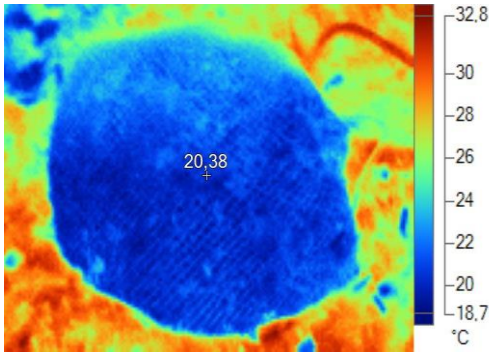
Yapılan çalışmalar farklı materyalden yapılmış olan silajların aerobik bozulmaya olan dirençleri bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Mısır benzeri karbonhidratça zengin materyalin bu anlamda daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğu söylenebilir (Mc Donald ve ark., 1991). Silolama yeteneği göz önüne alındığında mısır yüksek KM ve SÇK kapsamı ve aynı zamanda düşük tampon kapasitesine sahip olması nedeniyle kolay silolanabilir bir yem materyaldir. Ancak, mısır gibi yüksek SÇK içeriğine sahip bitkilerde *Candida lambica* ve *Candida krusei* gibi maya varyetelerinin fermantasyon sırasında gelişebildikleri ve düşük düzeyde de olsa LA ve karbonhidratları asimile edebildiklerini bildirmişlerdir (Kızılsimşek ve ark., 2016). Mayalar iyi fermente olmuş silajlarda 10 cfu/g'dan bozulmuş silajlarda 10<sup>12</sup> cfu/g'a kadar değişen düzeylerde bulunabilirler (Middlehoven ve Van Baalen, 1988). Daniel ve ark. (1970) maya popülasyonu 10<sup>6</sup> cfu/g olan silajların, aerobik bozulmaya açık silajlar olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada silajların maya içerikleri, aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmış ve bozulmaya açık silajlar haline gelmişlerdir.

Toprak üstü geçici silolarda sıkıştırma işlemi için, iş makineleri ya da ek ağırlıklar ile takviye edilen traktörler kullanılmaktadır. Bu çalışmada da sıkıştırma işlemleri traktörle yapılmıştır. Siloların farklı bölgelerinden alınan silaj örneklerinde orta bölgenin en fazla sıkıştırılan bölge olmasından dolayı bu bölgelerden alınan silaj örneklerinde pH, NH<sub>3</sub>-N, maya sayısı daha düşük, LA, SÇK ve LAB sayıları ise daha yüksek tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları bu konuda yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Roy ve ark., 2001; Muck ve Holmes, 2000; Borreani ve Tabacco, 2010).

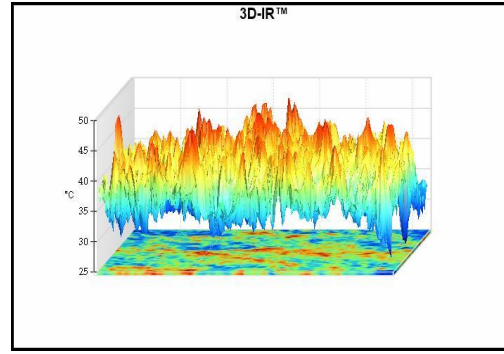
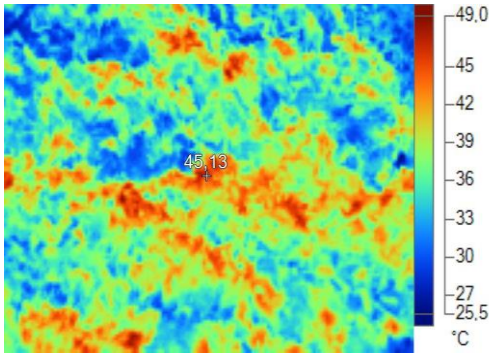
Aerobik stabilitenin süresince mısır silajlarının termal kamera görüntüleri Şekil 2, 3 ve 4'de gösterilmiştir. Termal kameralarda çok sıcak noktaları açık renkle, soğuk noktaları ise koyu renkle gösterilmektedir. Nesnelerin renkli olarak gösterdiği durumlarda ise ortam sıcaklığına göre mavi en soğuk, sarı ise en sıcak bölgeleri gösterir. Sıcak bölgeler, sıcak renkler (sarı, turuncu, kırmızı) ile temsil edilmektedir, soğuk noktalar ise soğuk renkler (yeşil, mavi) tarafından temsil edilmektedir (Düzgün ve Erman, 2009).



Şekil 2. Aerobik stabilitenin 6. gününde silonun orta bölgesine ilişkin termal kamera görüntüleri



Şekil 3. Aerobik stabilitenin 6. gününde silonun sağ yan bölgesine ilişkin termal kamera görüntüleri



Şekil 4. Aerobik stabilitenin 15. gününde silonun orta bölgesine ilişkin termal kamera görüntüleri

Aerobik stabilitenin 0., 3., 6., 12. ve 15. günlerinde silajların termal kamera görüntüleri ve mikrobiyal kompozisyona ilişkin değerlendirme sonuçları dikkate alındığında benzerlikler yakalamak mümkün olmuştur. Aerobik stabilite süresine bağlı olarak termal kameralarda görüntü alınan bölgelerde soğuk bölgeleri temsil eden mavi renkler aerobik stabilite süresine bağlı olarak yerini sarı, turuncu ve kırmızı renklere bırakmıştır.

## SONUÇ

Silolanan kitlede gerçekleşen anaerobik fermantasyonun genel ilkeleri değerlendirildiğinde, kullanım aşamasındaki tüm silajlar için aerobik bozulmanın kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmaktadır. Besleme pratiği ve etkinliği bakımından önem taşıyan nokta, bu yolla oluşabilecek kayıpların nasıl en aza indirilebileceğidir. Silonun boşaltımında uygun tekniklerin kullanımı ve etkin yemlik amenajmanının

yanı sıra silaj materyalinin aerobik bozulmaya karşı direncini artıracak uygulamalar bu anlamda ilk aklı gelen önlemler olarak gözükmektedir.

Termal kamera görüntüleme tekniği askeri alanda, endüstride, inşaat sektöründe, veteriner hekimliğinde, tıpta kısaca sıcaklığın ve ısının olduğu her alanda yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur. Bu anlamda, saha koşullarında silaj yüzey sıcaklıklarını tespit ederek, aerobik stabilitenin erken döneminde bozulmanın boyutlarını belirleyebilmek, silaj amenajmanını geliştirmek termal kameralarla mümkün olabilir. Kullanıldığı uygulama alanları zaman içinde daha da artacak olan bu teknik, teknolojik gelişmeleri de arkasına alarak ilerleyen zamanda özellikle saha koşullarında pratik bir yöntem olarak kullanılabilir.



**TEŞEKKÜR**

Bu çalışma NKUBAP.00.24.AR.14.13 numarasıyla, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

**KAYNAKLAR**

Addah W, Baah J, Okine K, McAllister TA 2012. Use of Thermal Imaging and the In Situ Technique to Assess The Impact of an Inoculant with Feruloyl Esterase Activity on the Aerobic Stability and Digestibility of Barley Silage. *Can. J. Anim. Sci.*, 92: 381-394.

Akyıldız AR 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara, 236 s.

Anonim 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427. London, Pp. 428.

Bolsen KK, Dickerson JT, Brent BE, Sonon RN, Dolke BS, Lin CJ, Boyer JE 1993. Rate and Extent of Top Spoilage in Horizontal Silos. *J. Dairy Sci.* 76: 2940-2962.

Borreani G, Tabacco E 2010. The Relationship of Silage Temperature with the Microbiological Status of the Face of Corn Silage Bunkers. *J. Dairy Sci.*, 93: 2620-2629.

Chen J, Stokes MR, Wallace CR 1994. Effects of Enzyme – Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silage, *J. Dairy Sci.*, 77: 501-512.

Daniel P, Honig H, Weise F, Zimmer E 1970. Das Wirtschaftseigene Futter, 16: 239-256.

Düzgün D, Erman M 2009. Termal Kameraların Veteriner Hekimlikte Kullanımı. *TUBAV Bilim Dergisi*, 2(4): 468-475.

Filya İ 2001. Silaj Fermantasyonu. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 32 (1): 87-93.

Gowen AA, Tiwari BK, Cullen PJ, McDonnell K, O'Donnell CP 2010. Applications of Thermal Imaging in Food Quality and Safety Assessment (review). *Trends Food Sci. Technol.*, 21: 190-200.

Jonsson A 1990. Enumeration and Confirmation of *Clostridium tyrobutyricum* in Silages Using Neutral Red, D-Cycloserine, and Lactate Dehydrogenase Activity. *J. Dairy Sci.* 73: 719-725.

Kızılsımşek M, Erol A, Ertekin İ, Dönmez R, Katrancı B 2016. Silaj Mikro Florasının Birbirleri ile İlişkileri, Silaj Fermantasyonu ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19 (2): 136-140.

Koç F, Coşkuntuna L 2003. Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 44 (2): 37-47.

Koc F, Coskuntuna L, Ozduven, ML, Coskuntuna A, Samlı HE 2009. The Effects of Temperature on the Silage Microbiology and Aerobic Stability of Corn and Vetch-Grain Silages. *Acta Agriculture Scand Section*, 59: 239-

246.

Koç F, Coşkuntuna L, Özduven ML, Coşkuntuna A 2010. Farklı Ortam Sıcaklıklarında Organik Asit Kullanımının Fiğ-Tahıl Silajlarında Fermantasyon Gelişimi ve Aerobik Stabilitate Üzerine Etkileri. *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2): 159-165.

Koç F, Ünal Ö, Okur E, Okur AA, Kara B 2015. Mısır ve Buğday Silajlarında Aerobik Stabilitate Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği İle Değerlendirilmesi" (Poster). 9. Ulusal Zootekni Kongresi, Konya 3-5 Eylül.

Manickavasagan A, Jayas DS, White NDG, Jian F 2006. Thermal Imaging of a Stored Grain Silo to Detect a Hot Spot. *Appl. Eng. Agric.*, 22: 891-897.

Manickavasagan A, Jayas DS, White NDG, Paliwal J 2010. Wheat Class Identification Using Thermal Imaging. *Food Bioprocess Technol.* 3: 450-460.

McDonald P, Henderson N, Heron S 1991. The Biochemistry of Silage Cambrian Printers Ltd., Aberystwyth, 340p.

Middelhoven WJ, Van Baalen AHM 1988. Development of the Yeast Flora of Whole-Crop Maize During Ensiling and During Subsequent Aerobiosis. *J. Sci. Food Agric.*, 42: 199.

Muck RE, Holmes BJ 2000. Factors Affecting Silage Bunker Silo Densities. *Applied Engineering in Agriculture*, 16 (69): 613-619.

Roy MB, Treblay Y, Pomerleau P, Savoie P 2001. Compaction and Density of Forage Bunker Silos. *ASAEA Annual Int. Meeting*, paper no: 011089, California, USA.

Ruppel KA, RE Pitt, LE Chase, Galton DM 1995. Bunker Silo Management and Its Relationship to Forage Preservation on Dairy Farms. *J. Dairy Sci.* 78:141-153.

Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF 1990. Methods for The Microbiological Analysis of Silage, *Proceeding of The Eurobac Conference*, 147. Uppsala.

Soysal Mİ 1993. Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları), Yayın No: 95, Ders Kitabı No: 64, T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tekirdağ.

Statistics for the Windows Operating System 1999. Stat Soft Inc., Tulsa, OK, USA.

Uriarte ME 2001. Aerobic Stability of Corn Silage. Kansas State University Unpublished Ph.D. Thesis, Manhattan.

Vadivambal R, Jayas DS 2011. Applications of Thermal Imaging in Agriculture and Food Industry \_ A review. *Food Bioprocess Technol.*, 4: 186-199.

Wilkinson JM, Davies DR 2012. The Aerobic Stability of Silage: Key Finding and Recent Developments. *Grass and Forage Science*, 68: 1-19.



## Bazı Meteorolojik Verilerin Mekânsal Değişkenliği Üzerine Bir Karşılaştırma: Kahramanmaraş Örneği

Ali ÇAYLI<sup>1</sup>, Adil AKYÜZ<sup>2</sup>, Emir Hüseyin KAYA<sup>3</sup>, Yasir ÇİÇEKLİ<sup>3</sup>, Mehmet Çağrı YILDIZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş, <sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş

✉ : alicayli@ksu.edu.tr

### ÖZET

Tarımsal üretimi etkileyen en önemli parametre çevre koşullarıdır. Uygun iklim koşullarının sağlanması ve bu koşulların takip edilmesi, birçok tarımsal yapıda ve üretim sistemlerinde hayati önem arz etmektedir. Ancak meteoroloji istasyonlarından elde edilen veriler çok geniş alanlar için kullanılmaktadır. Bu durum yapılan hassas hesaplamalarda ve analizlerde doğru sonuçlar elde edilememesine neden olmaktadır. Bu sebeple çalışmada, bölgesel olarak büyük farklılıklar gösterebilen sıcaklık ve oransal nem değerlerinin il bazındaki değişimi araştırılmıştır. Bu amaçla, Kahramanmaraş merkez ilçe sınırları içerisindeki Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri ile istasyona 10 km uzaklıkta bulunan araştırma arazisinde ölçülen sıcaklık ve oransal nem verileri ayrıca il merkezinde bulunan Havalimanı Meteoroloji İstasyon verileri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Elde edilen bulgular, rakımı 468 m olan araştırma arazisi ile Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri arasında günlük ortalama sıcaklıklarda farklılık olmadığı ancak maksimum ve minimum sıcaklıklar ile ortalama, maksimum ve minimum oransal nem değerleri arasındaki farkın önemli olduğunu göstermiştir ( $P<0.05$ ). Ayrıca rakımı 572 m olan Merkez Meteoroloji İstasyonu ile rakımı 525 m olan Havalimanı Meteoroloji İstasyonu verileri arasında yapılan karşılaştırma ise günlük minimum sıcaklıklar, oransal nem ve rüzgâr hızı verileri arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğunu görülmektedir ( $P<0.001$ ). Günlük ortalama sıcaklıklar arasında ise yıllık bazda farklılık bulunmamasına rağmen Kasım, Aralık ve Nisan ayları için farklılık olduğu bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

DOI:10.18016/ksudobil.320511

### Makale Tarihçesi

Geliş : 12.06.2017

Kabul : 02.08.2017

### Anahtar Kelimeler

Çevre koşulları,  
Mekânsal iklim verileri,  
Veri kaydedici

### Araştırma Makalesi

## A Comparison on The Spatial Variability of Some Meteorological Data: Kahramanmaraş Case Study

### ABSTRACT

The most important parameter affecting agricultural production is environmental conditions. Providing suitable climatic conditions and monitoring these conditions is of vital importance in many agricultural structures and production systems. However, data obtained from official meteorological stations are used for very large areas. Such cases may lead to inaccurate results in the calculations. For this reason, the provincial variation of temperature and relative humidity values, which may have regional differences, were investigated. For this purpose, the temperature and the relative humidity data measured in the survey area located 10 km away from the station and the data of the official meteorological station at the airport in the city center of the province were statistically compared with those of the official meteorological station data in the Kahramanmaraş central district borders.

### Article History

Received: 12.06.2017

Accepted: 02.08.2017

### Keywords

Environmental conditions,  
Spatial climate data,  
Data logger

### Research Article

The findings showed that the differences between the maximum and minimum temperatures and the mean, maximum and minimum relative humidity values were significant, although there were no differences in the mean daily temperatures between the study site (altitude 468 m) and the central meteorological station (altitude 572 m) data. Also statistically significant differences were found between the Central Station and the Airport Station daily minimum temperature, relative humidity and wind speed data ( $P<0.001$ ). Daily mean temperatures were found to be different for November, December and April even though there was no difference on an annual basis ( $P<0.05$ ).

**To Cited :** Çaylı A, Akyüz A, Kaya EH, Çiçekli Y, Yıldız MÇ 2018. Bazı Meteorolojik Verilerin Mekânsal Değişkenliği Üzerine Bir Karşılaştırma: Kahramanmaraş Örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2): 175-184, DOI:10.18016/ksudobil.320511.

## GİRİŞ

Tarımsal faaliyetler için yapılan modelleme çalışmaları ve hesaplamalarda kullanılan verilerin tam olarak faaliyetlerin yürütüldüğü alanı temsil etmesi modelin başarısı ve hesaplamaların doğruluğu için oldukça önemlidir. Ancak çoğu zaman bu hesaplamalar bölgede bulunan resmi meteoroloji istasyonlarından temin edilen veriler ile yapılmaktadır. Bölge bazında alınan bu veriler, alan bazında yapılacak çalışmaları tam olarak temsil edemeyebilir.

Matematiksel modellerin potansiyeli, doğal sistemlerin etkileşimlerini ve bileşenleri incelemek, sonuçlar üzerindeki değişiklik ve belirsizlikleri tahmin etmek ve farklı geçmişlere sahip bilim adamları, yöneticiler ve topluluklar arasındaki iletişimin teşvik edilmesi için yaygın olarak kabul görmektedir (Bellocchi ve ark., 2010).

Tarımsal uygulamalarda önemli bir parametre olan iklim verileri içerisinde bitki büyüme modeli için ayrı iklim parametreleri incelendiğinde sıcaklık, ölçüm hatalarına karşı çok hassastır (Fodor ve Kovacs, 2005).

Bitkiler ekimden sonra gelişme ve hasat dönemine kadar farklı seviyedeki sıcaklıklara maruz kalırlar. Zira ekimden sonra çimlenme döneminde toprak sıcaklığı önemlidir. Daha sonraki dönemlerde ise zeminden itibaren artan yüksekliklerdeki sıcaklıklara maruz kalırlar (Swan ve ark., 1987; Jamieson ve ark., 1995). Bu durum genellikle modelleme çalışmalarında ve hesaplamalarda dikkate alınmamaktadır. Bu sebeple yapılacak tahminler doğru sonuç vermeyebilir. Bitkisel üretim benzetim çalışmalarında belirsizlikler üzerinde verilerin mekânsal çözünürlüğünün önemli etkisi bulunmaktadır (Mearns ve ark., 2001; Zhao ve ark., 2015). Kim ve Yoo (2015) farklı çözünürlükteki iklim verileri ile yaptıkları bitki verim benzetimi çalışmasında yüksek çözünürlüklü verilerde (1.0 km) bitki verim benzetimi belirsizliğinin, düşük çözünürlükteki verilere göre (12.5 km) daha düşük olduğunu bildirmektedir. Monestiez ve ark. (2001)'e göre modellemede kullanılan sıcaklık değerlerindeki  $\pm 2$  °C'lik fark, sulanan mısır kültürü hasat tarihinde 18-28 gün, verimde ise 2.8 t/ha sapma oluşturmaktadır.

Tarımsal faaliyetler sonucu elde edilecek ürün miktar ve kalitesi çevre koşullarına doğrudan bağlıdır. Bitkilerin

ekim-dikim ve hasat dönemleri yöreye göre farklılıklar göstermektedir. Bitkilerin büyüme ve büyüme öncesinde çeşitli tepkileri ve bunların belirlenmesi ile ilgili çalışmalarda kullanılacak veriler için yapılacak ölçümlerin, hesaplamaların yapılacağı alanın yakınında olması gerekmektedir (Bonhomme, 2000).

Hidroloji ve su kaynakları yönetimi uygulamaları için gerekli meteorolojik değişkenler genellikle meteorolojik istasyonlarda ölçülür ve veriler yalnızca ölçüm noktasında geçerlidir. Mekânsal enterpolasyon yöntemleri, diğer yerlerde meteorolojik değişkenleri tahmin etmek için kullanılabilir (Apaydin ve ark., 2004). Özellikle kutup-yörüngeli uydulardan uzaktan algılama yöntemi ile elde edilen veriler, bitki örtüsü olan yüzeyler üzerinde zamansal ve mekânsal olarak sürekli bilgi sağlar ve albedo, biyom tipi ve yaprak alanı endeksi gibi yüzey biyofiziksel değişkenleri doğru bir şekilde parametreleştirmek için kullanışlıdır (Los ve ark., 2000). Küresel ET'yi (Evapotranspirasyon) tahmin etmek için sağlam bir algoritma geliştirmek önemli bir çalışma gerektirir. ET'nin geleneksel enerji denge modelleri, birçoğu küresel olarak belirlenmesi zor olan çok sayıda fiziksel parametrenin açık şekilde karakterize edilmesini gerektirir (Mu ve ark., 2007).

Özellikle bitki su tüketimi ve sulama çalışmalarında önemli bir parametre olan evapotranspirasyonu etkileyen faktörlerin başında güneş radyasyonu, sıcaklık, oransal nem ve rüzgâr hızı gelmektedir (Monteith, 1965). Evapotranspirasyonun doğru tahmin edilmesi etkili bir sulama planlaması için önemlidir (Moorhead ve ark., 2016).

Seralarda ısıtma ihtiyacı belirlenmesi ve ısıtma sisteminin projelenmesi için geçmiş yıllarda gerçekleşen minimum sıcaklık ortalama değerleri kullanılmaktadır. Bu hesaplamalarda iç-dış ortam sıcaklığındaki her 1 °C'lik değişim ( $\Delta t$ ), enerji gereksiniminde %10'luk bir fark oluşturmaktadır. Bitki büyümesinin farklı aşamalarında optimum bir ortam sağlamak için sera mikro ikliminin modellenmesi çok önemlidir. Doğru bir termal model geliştirmek, güneş radyasyonu girişinin hesaplanması ve toplam ısı iletim katsayısı sera enerji ve kütle dengesi açısından önemlidir (Sethi ve ark., 2013). Ayrıca optimum bitki yetiştirme koşullarının sağlanması

için sıcaklık ve nem gibi çevresel iklim parametreleri sürekli olarak izlenmelidir (Mesas-Carrascosa ve ark., 2015).

Günümüzde modern günlük yaşamın bir çok alanında karşımıza çıkan, özellikle kablosuz sensor ağı teknolojileri ile yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler, kentsel çevreden, doğal kaynaklar ve hassas ekolojilere kadar bir çok alanda çevresel göstergelerin anlaşılmasını olanaklı kılmaktadır (Gubbi ve ark., 2013). Yoksul kırsal alanlarda çevre yönetimi ve tarım politikalarının izlenmesini ve tarımsal üretimi geliştirmek için bu teknolojiler yeni olanaklar sunmaktadır (Mesas-Carrascosa ve ark., 2015). Veri toplama sistemlerinin düşük maliyet ile temin edilebilmesi daha yüksek çözünürlükte (daha dar alanlardan) sıcaklık ve oransal nem gibi iklim parametresi verilerinin toplanmasını kolaylaştırmıştır. Bu amaçla geliştirilen ve güvenli bir şekilde veri toplanabilen yeni nesil cihazlar tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca elektronik teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, çeşitli ucuz algılama, izleme ve kontrol sistemlerinden faydalanılabilmesini olanaklı hale getirmiştir (Fisher ve Sui, 2013). Bu gelişmeler sensör boyutlarının küçülmesi ile daha yetenekli, çevresiyle iletişim kurabilen düşük maliyetli cihazların kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Piyasada çok sayıda firma tarafından veri toplama amacıyla üretilen ticari ürünler bulunmaktadır.

Kahramanmaraş'ta tarımsal faaliyetlerin yaygın bir şekilde yürütüldüğü bölge ile şehir merkezinde bulunan Merkez Meteoroloji İstasyonu bölgesi arasında önemli bir iklimsel farklılık olabilir. Bu farklılık, evapotranspirasyon, bitki büyüme modeli, sera ısı enerjisi ihtiyacının belirlenmesi, tarımsal yapılarda

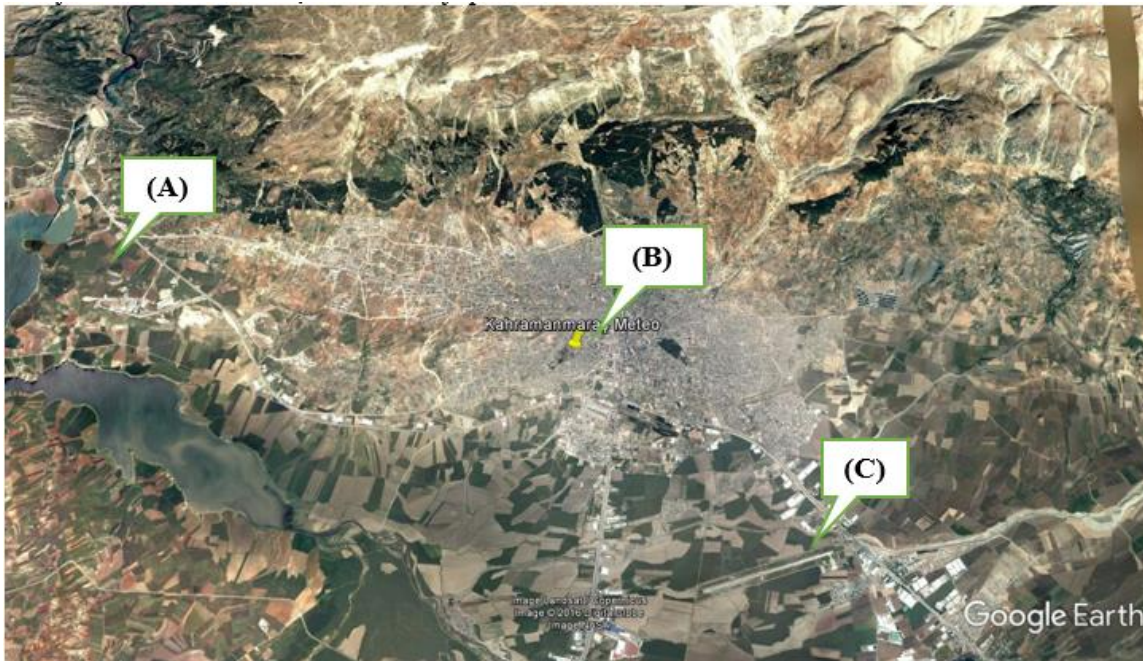
havalandırma ve serinletme sistemlerinin projelenmesi gibi bazı hesaplamalarda hatalara neden olabilir.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri ile araştırma alanındaki veriler karşılaştırılmıştır. Ayrıca il merkezinde bulunan Havalimanı, geniş tarım arazilerine yakın olması nedeniyle Kahramanmaraş'ta tarım yapılan bölgeyi temsil edebilecek bir konumdadır. Bu sebeple Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri ile Havalimanı Meteoroloji İstasyonu verileri de istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

### MATERYAL ve METOT

Araştırma, deniz seviyesinden 468 m yükseklikte bulunan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi araştırma alanında (37° 35' 20" K, 36° 48' 12" D, WGS84) Mart 2016 – Nisan 2016 dönemlerinde yürütülmüştür (Şekil 1). Bölge tipik olarak Akdeniz iklimi etkisi altında bulunmaktadır. İklim verilerinin ölçülmesinde yerden 2 m yükseklikteki iklim siperi içerisine yerleştirilen, TFA Nexus meteoroloji istasyonu cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, sıcaklık ölçümünü -40 °C ile 80 °C arasında  $\pm 1$  °C doğrulukta ve 0.1 °C hassasiyette, oransal nem ölçümünü ise %0 ile %99 arasında  $\pm 5$  doğrulukta ve %1 hassasiyette yapmaktadır.

Cihazın ölçüm doğruluğunun belirlenmesi için, bir çok bilimsel araştırmada güvenle kullanılan (Gallagher ve ark., 2010; Romanovsky ve ark., 2010; He ve ark., 2012; Dikmen ve ark., 2013; Tan ve ark., 2013; Johansson ve ark., 2015) HOBO U12 veri kaydedici cihaz referans olarak kullanılarak kalibrasyonu kontrol edilmiştir. Bu amaçla 10 dakika aralıkla 20 kez sıcaklık ve oransal nem değerleri kaydedilmiş ve hesaplanan maksimum oransal hata miktarı %1.84 olarak bulunmuştur.



Şekil 1. Çalışmadaki verilerinin alındığı yerler (A) K.S.Ü. araştırma arazisi (B) Kahramanmaraş meteoroloji istasyonu (C) Havalimanı meteoroloji istasyonu



Ölçüm verilerinden saatlik ortalama ve günlük ortalama değerler Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır.

$$X_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1)$$

Eşitlikte  $X_{ort}$ : saatlik ortalama,  $X$ : ölçüm değeri,  $n$ : ölçüm sayısını göstermektedir.

Araştırmada il merkezindeki iki farklı bölge için alınan veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilen Kahramanmaraş Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri ile karşılaştırılmıştır. Bunlardan ilkinde araştırma alanından 25 Mart – 25 Nisan 2016 tarihleri arasında her 5 dakikada bir ölçülen değerlerden hesaplanan günlük ortalamalar ile araştırma alanına 10 km mesafedeki Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri karşılaştırılmıştır. İkincisinde ise 2015 yılı için Kahramanmaraş Havalimanında bulunan ve denizden yüksekliği 525 m olan Havalimanı Meteoroloji İstasyonu verileri ile denizden yüksekliği 572 m Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri karşılaştırılmıştır.

Veriler karşılaştırılması için, ortalama mutlak hata (MAE) Eşitlik 2'ye, ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) Eşitlik 3'e, ortalama hata kareleri (MSE) Eşitlik 4'e, ortalama hata kareleri karekökü (RMSE) ise Eşitlik 5'e göre hesaplanmıştır.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_{istasyonC,i} - X_{istasyonB,i}| \quad (2)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_{istasyonC,i} - X_{istasyonB,i}}{X_{istasyonC,i}} \right| 100 \quad (3)$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{istasyonC,i} - X_{istasyonB,i})^2}{n} \quad (4)$$

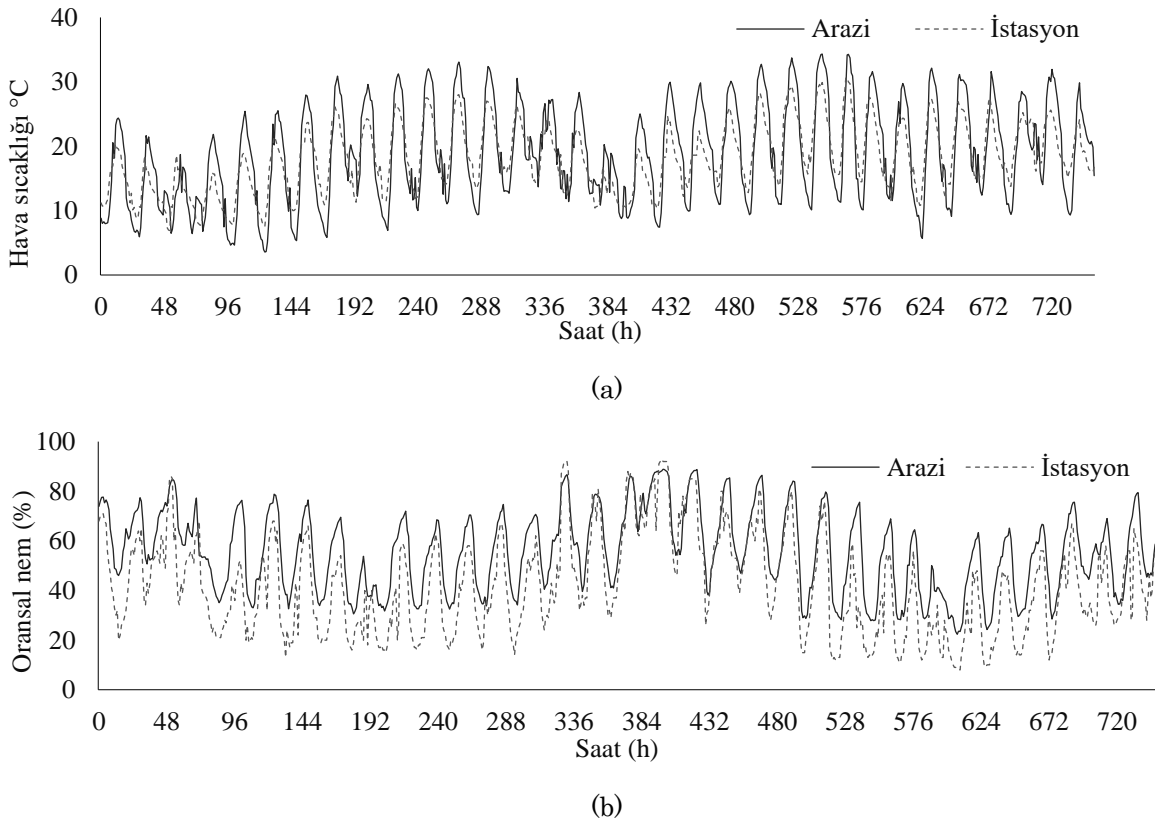
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{istasyonC,i} - X_{istasyonB,i})^2}{n}} \quad (5)$$

Eşitlikte;  $n$  gözlem sayısı,  $X_{istasyonC}$  (C) İstasyonu ölçüm değeri,  $X_{istasyonB}$  (B) İstasyonu ölçüm değeridir.

Ayrıca iki grubun ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını karşılaştırılması için SPSS 22 İstatistik programı kullanılarak T testi (bağımsız örneklem) yapılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırma alanında 30 gün boyunca her 5 dakikada bir iklim verileri veri tabanına kaydedilmiş ve saatlik ortalama değerler Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır. Saatlik ortalama hava sıcaklığı değerleri Şekil 2a'da, hava oransal nemi değerleri Şekil 2b'de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde veri alınan süre boyunca sistemin veri ölçme ve kaydetme işlemlerinde herhangi bir kesinti olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Saatlik ortalama değerler, (a) sıcaklık (b) oransal nem



Ayrıca maksimum ve minimum değerlerde farklılıklar olmasına rağmen genel olarak grafiğin senkronize olarak oluştuğu görülmektedir. Şekil 2b'de verilen saatlik oransal nem grafiğinde Merkez Meteoroloji İstasyonu minimum değerlerinin arazi ölçüm değerinden genellikle düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, araştırma arazisinin hemen yakınında bulunan baraj gölünün etkisinden kaynaklanmış olabilir. Araştırma arazisinde oransal nem, yaklaşık 10 km mesafede ve deniz seviyesinden yüksekliği 572 m olan Merkez Meteoroloji İstasyonunda ölçülenden daha yüksek olduğu görülmektedir.

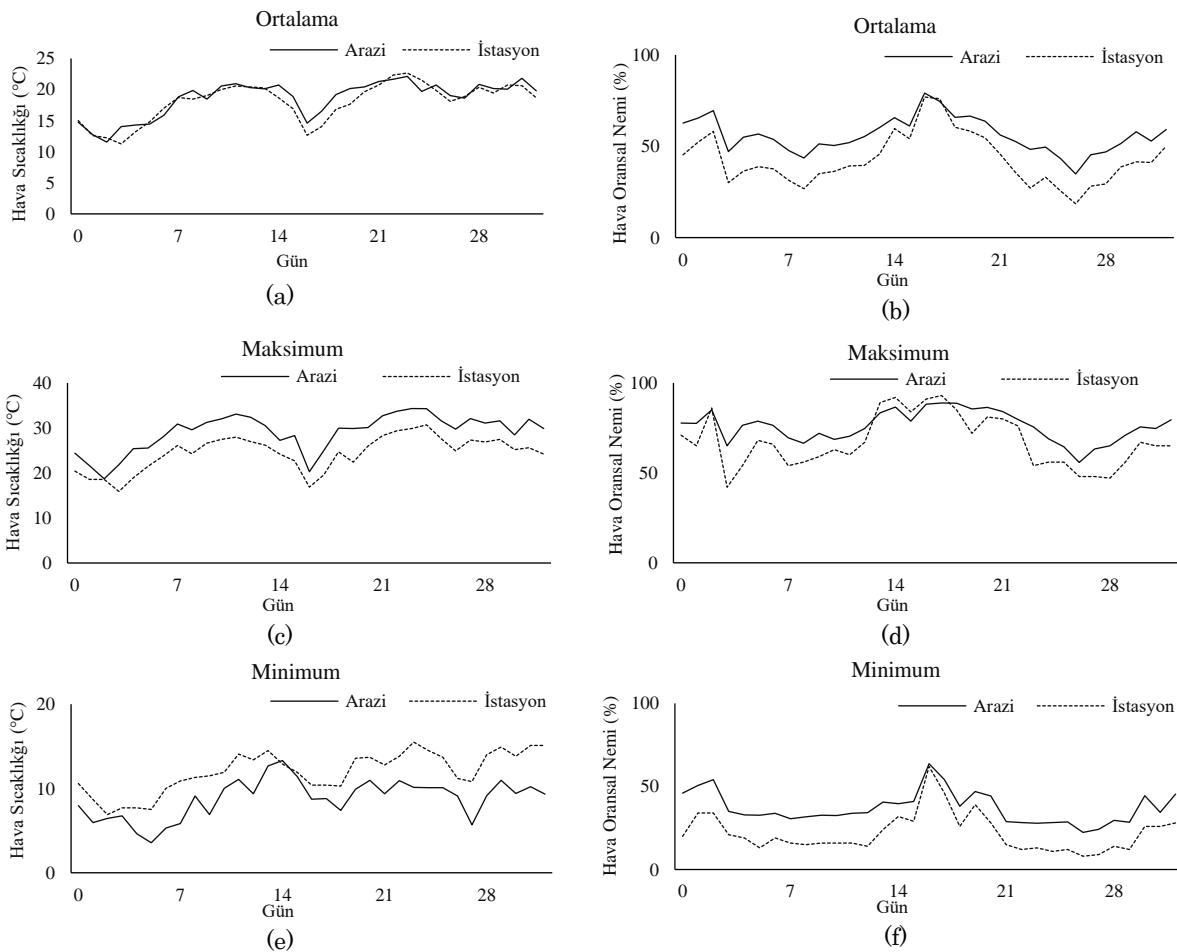
Araştırma arazisi ve Merkez Meteoroloji İstasyonundan alınan verilerin saatlik ortalaması arasındaki fark,

sıcaklık için  $3.84\text{ }^{\circ}\text{C}$ , RMSE  $4.13\text{ }^{\circ}\text{C}$ , oransal nem saatlik ortalaması arasındaki fark  $\%7.34$  ve RMSE  $\%16.18$  olarak bulunmuştur. Bu verilerin arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılan T testine göre sıcaklık ve oransal nem saatlik ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Aynı zamanda bu verilerin günlük ortalama (Şekil 3a, Şekil 3b), maksimum (Şekil 3c, Şekil 3d) ve minimum (Şekil 3e, Şekil 3f) değerleri arasındaki ilişkilerde araştırılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar ve RMSE değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde ortalama sıcaklıklar arasındaki farkın düşük olmasına karşın maksimum ve minimum sıcaklıklar arasındaki farkların yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Kahramanmaraş Merkez Meteoroloji İstasyonu ile araştırma arazisi iklim değerleri arasındaki istatistiksel ilişkiler (25 Mart – 25 Nisan 2016)

Veri	MAE	RMSE
Ortalama sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )	0.59	1.28
Maksimum sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )	4.56	4.72
Minimum sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )	3.16	3.52
Ortalama oransal nem (%)	13.29	14.22
Maksimum oransal nem (%)	8.68	11.64
Minimum oransal nem (%)	14.99	15.62

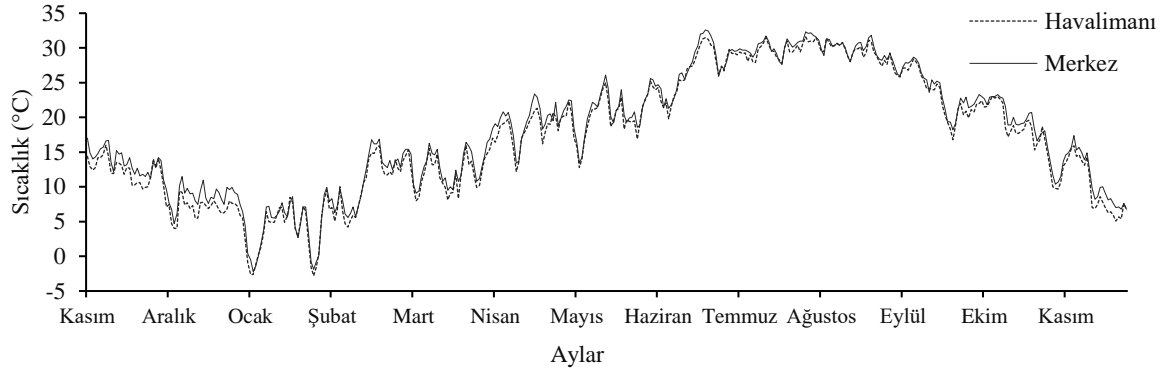


Şekil 3. Günlük değerler, (a) ortalama sıcaklık, (b) ortalama oransal nem, (c) maksimum sıcaklık, (d) maksimum oransal nem, (e) minimum sıcaklık, (f) minimum oransal nem.

Tablo 1’de verilen değerler arasındaki farkın önemli olup olmadığı belirlenmesi için yapılan T testine göre, günlük sıcaklık ortalama değerler arasındaki fark önemsiz bulunmasına rağmen ( $P>0.05$ ), minimum ve maksimum değerler arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Günlük oransal nem değerlerinde ise ortalama, maksimum ve minimum

değerlerin tümündeki fark önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Çalışmanın ikinci bölümünde ise Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri ile Havalimanı Meteoroloji İstasyonu verileri karşılaştırılmıştır. Şekil 4’de günlük ortalama sıcaklık değerleri verilmiştir.



Şekil 4. Kahramanmaraş Merkez ve Havalimanı Meteoroloji İstasyonu 2015 yılı günlük ortalama sıcaklıklar

Şekil 4 incelendiğinde genel olarak her iki istasyon verilerinin örtüştüğü ancak Kasım ve Aralık aylarında Merkez Meteoroloji İstasyon değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Veriler arasındaki farklılığın daha net anlaşılması için istatistiksel analiz yapılmıştır. Veriler arasındaki ortalama mutlak hata (MAE) 0.94 °C, mutlak hata kareler ortalaması (MSE) 1.34 °C, mutlak hata kareler ortalaması karekökü (RMSE) 1.16 °C ve oransal mutlak hata ortalaması (MAPE) %7.79 olarak bulunmuştur. T testine göre,

ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olmadığı bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Tüm veriler üzerinde yapılan analizden ortalamalar arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varılmasına rağmen, grafik incelendiğinde özellikle Kasım ve Aralık aylarındaki verilerin arasında anlamlı bir farklılık olabileceği görülmektedir. Bu sebeple aynı analizler her ay için tekrarlanmıştır. Analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Kahramanmaraş Merkez ve Havalimanı Meteoroloji İstasyonu 2015 yılı günlük ortalama sıcaklıkları arasındaki istatistiksel ilişkiler

Aylar	MAE (°C)	MSE (°C)	RMSE (°C)	MAPE (%)	T-testi (P)
Kasım	1.32	2.24	1.50	11.04	0.004
Aralık	1.79	3.66	1.91	28.90	0.000
Ocak	0.66	0.71	0.84	2.33	0.620
Şubat	0.92	1.09	1.05	10.90	0.384
Mart	0.97	1.34	1.16	8.80	0.103
Nisan	1.28	2.03	1.43	7.15	0.049
Mayıs	0.78	0.90	0.95	4.00	0.336
Haziran	0.67	0.70	0.83	2.57	0.497
Temmuz	0.55	0.44	0.67	1.86	0.082
Ağustos	0.48	0.36	0.60	1.63	0.173
Eylül	0.70	0.73	0.85	3.09	0.451
Ekim	1.00	1.49	1.22	5.39	0.119

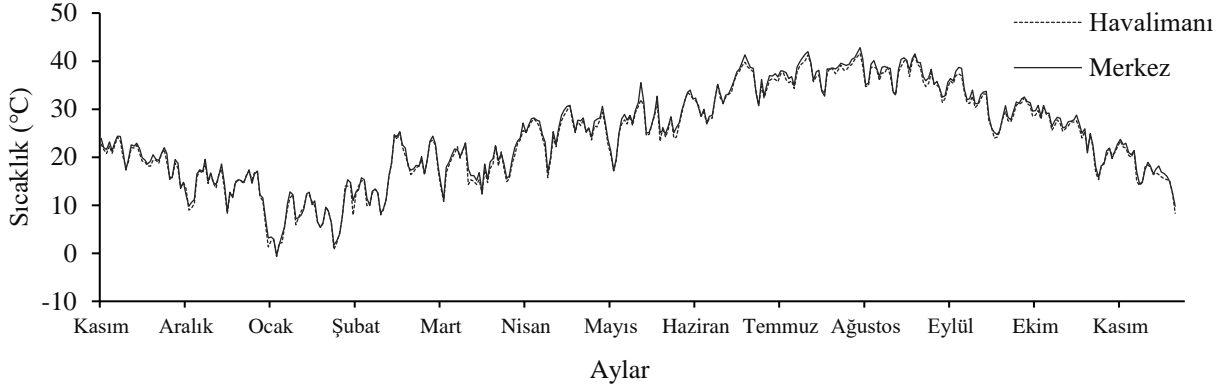
Tablo 2’deki veriler incelendiğinde tüm aylar için sıcaklık ortalamaları arasında farklılık olduğu, bu farkın en düşük Ağustos ayında en yüksek Aralık

ayında olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak incelendiğinde ise tüm aylar için sıcaklık farklılığı olmasına rağmen sadece Kasım, Aralık ve Nisan

aylarındaki ortalama sıcaklıklar arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Şekil 5’de iki farklı istasyon için günlük maksimum sıcaklık değerleri verilmiştir. Şekil incelendiğinde genel olarak verilerin örtüştüğü görülmektedir.

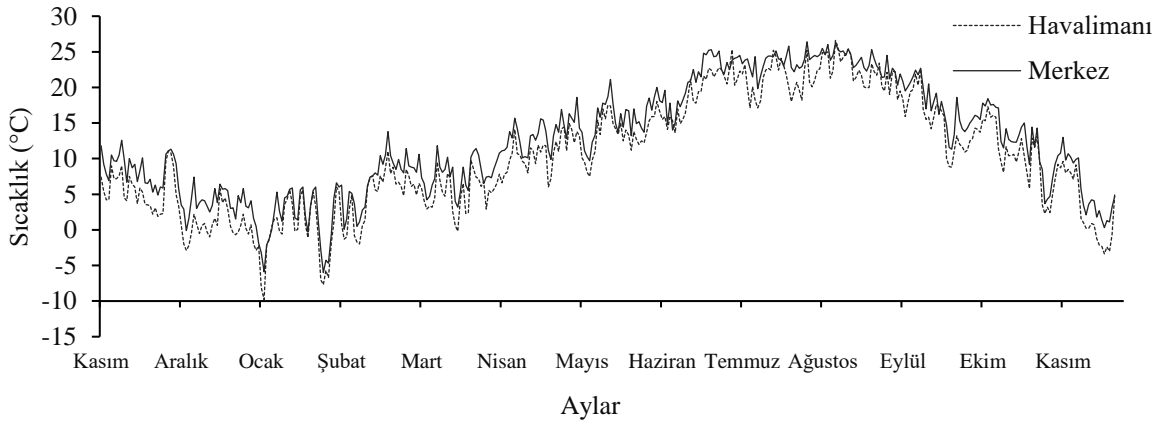
Yapılan istatistik analiz günlük maksimum sıcaklık ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olmadığını yani her iki istasyondan ölçülen maksimum sıcaklıkların aynı kabul edilebileceğini göstermektedir ( $P>0.05$ ).



Şekil 5. Kahramanmaraş Merkez ve Havalimanı Meteoroloji İstasyonu 2015 yılı günlük maksimum sıcaklıklar

Şekil 6’da iki istasyon için günlük minimum sıcaklık değerleri verilmiştir. Şekil incelendiğinde genel olarak veriler arasında bir farklılığın olduğu, Havalimanı Meteoroloji İstasyonu minimum sıcaklık değerlerinin

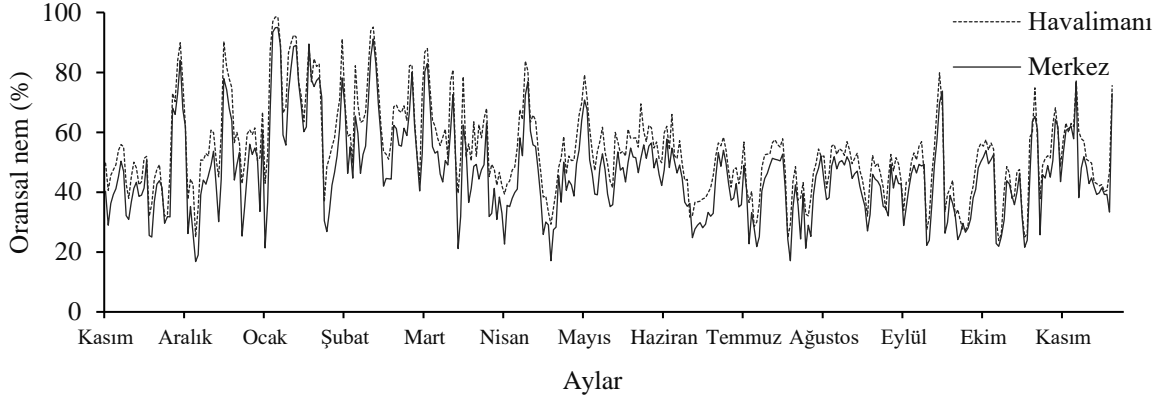
Merkez Meteoroloji İstasyonu değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Farklılık istatistiksel olarak analiz edildiğinde MAE 2.37, MSE 7.27, RMSE 2.70 ve MAPE 18.99 olarak bulunmuştur. Minimum sıcaklık ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0.001$ ).



Şekil 6. Kahramanmaraş Merkez ve Havalimanı Meteoroloji İstasyonu 2015 yılı günlük minimum sıcaklıklar

Şekil 7’de ise iki istasyon için günlük ortalama oransal nem değerleri verilmiştir. Şekil incelendiğinde veriler arasında farklılık olduğu görülmektedir. İstatistiksel olarak da değerler arasında farklılık olduğu yapılan T testi ile doğrulanmıştır ( $P<0.001$ ). Tek yönlü ANOVA

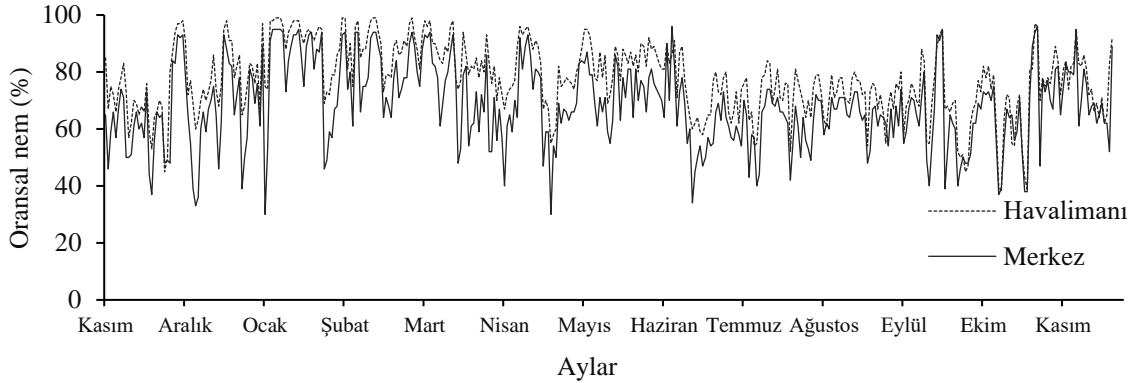
testi ile de bu farklılığın anlamlı olduğu doğrulanmıştır ( $P<0.001$ ). Ayrıca MAE 7.41, MSE 74.70, RMSE 8.64 ve MAPE 14.43 olarak bulunmuştur.



Şekil 7. Kahramanmaraş Merkez ve Havalimanı Meteoroloji İstasyonu 2015 yılı günlük ortalama oransal nem

Şekil 8'de istasyonlar için günlük maksimum oransal nem değerleri verilmiştir. Şekil incelendiğinde Havalimanı Meteoroloji İstasyonu değerlerinin Merkez Meteoroloji İstasyonundan daha yüksek seyrettiği görülmektedir. İstatistiksel olarak da

değerler arasında farklılık olduğu yapılan T testi ile doğrulanmıştır ( $P<0.001$ ). Tek yönlü ANOVA testi de aynı şekilde bu farklılığın anlamlı olduğu göstermiştir ( $P<0.001$ ). Ayrıca MAE 9.66, MSE 137.66, RMSE 11.73 ve MAPE 12.80 olarak bulunmuştur.

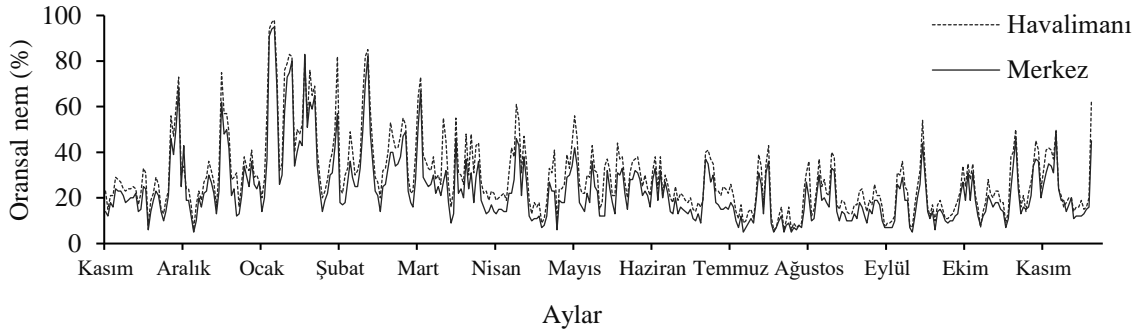


Şekil 8. Kahramanmaraş Merkez ve Havalimanı Meteoroloji İstasyonu 2015 yılı günlük maksimum oransal nem

Şekil 9'da her iki istasyona ait günlük minimum oransal nem değerleri verilmiştir. Şekil incelendiğinde günlük minimum oransal nem değerleri arasında farklılık olduğu, bu farklılığın özellikle oransal nemin düşük olduğu dönemlerde daha fazla olduğu

görülmektedir. İstatistiksel olarak da her iki istasyon değerleri arasında farklılık olduğu ve bu farklılığın anlamlı olduğu bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Bu veriler için MAE 5.96, MSE 49.76, RMSE 7.05 ve MAPE 21.56 olarak hesaplanmıştır.

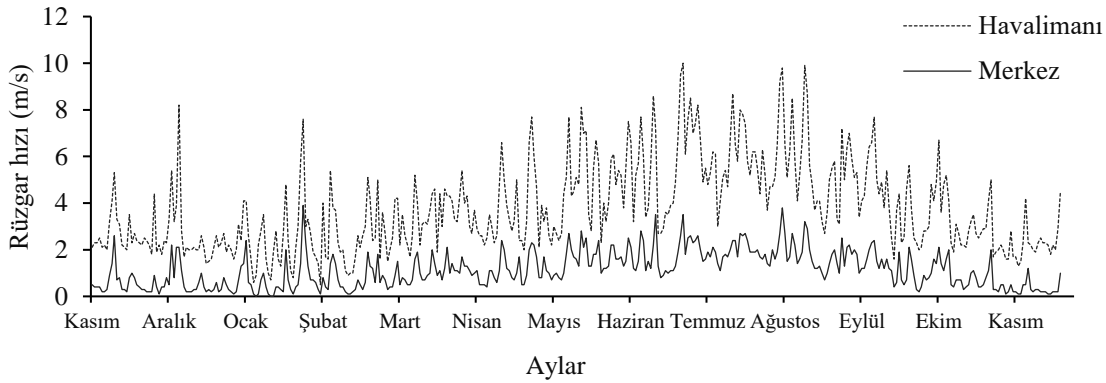




Şekil 9. Kahramanmaraş Merkez ve Havalimanı Meteoroloji İstasyonu 2015 yılı günlük minimum oransal nem

Şekil 10'da her iki istasyonda kaydedilen günlük ortalama rüzgâr hızı değerleri verilmiştir. Şekle göre tüm aylar için ortalama rüzgâr hızları arasında farklılık belirgin bir şekilde görülmektedir. Özellikle yaz aylarında Havalimanı Meteoroloji İstasyonu

verileri ile Merkez Meteoroloji İstasyonu verileri arasındaki fark artmıştır. İstatistiksel olarak da bu farklılığın anlamlı olduğu görülmüştür ( $P < 0.001$ ). Ayrıca bu veriler için MAE 2.66, MSE 8.61, RMSE 2.93 ve MAPE 72.59 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 10. Kahramanmaraş Merkez ve Havalimanı Meteoroloji İstasyonu 2015 yılı günlük ortalama rüzgâr hızı

## SONUÇ

Hayvan barınaklarının iklimlendirilmesi ve projelendirilmesi, sera yapılarının ısıtma sistemlerinin projelendirilmesi, tarımsal yapıların kurulum yerinin seçimi, bitki büyüme modeli çalışmaları, sulama programlarının yapılması, hidrolojik yapıların planlanması ve projelendirilmesi gibi birçok çalışmada iklim verileri temel parametre olarak kullanılmaktadır. Bu sebeplerle, yapılan hesaplamalarda doğru sonuç elde edilmesi veya daha doğru tahmin yapılabilmesi, kullanılan iklim verilerine bağlıdır.

Çalışmada elde edilen bulgular, tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü ovadaki iklim parametrelerinin meteorolojik rasatların yapıldığı bölgenin ikliminden farklı olduğunu göstermektedir. Bu farklılık günlük sıcaklık ortalamaları için Kasım, Aralık ve Nisan aylarında belirgin bir şekilde görülmektedir. Günlük maksimum sıcaklıklar dışında, günlük minimum sıcaklık, ortalama oransal nem, maksimum oransal nem, minimum oransal nem ve rüzgâr hızı içinde her iki bölgede ölçülen değerlerin birbirinden farklı olduğu bulunmuştur.

Kahramanmaraş tarımsal arazi varlığı bakımından Akdeniz bölgesinde Adana'dan sonra ikinci sırada yer almaktadır (TUİK, 2016). Şehrin güneyindeki tarım arazileri güneydoğuda Pazarcık, güneyde ise Türkoğlu ve Nurdağı'na kadar uzanmaktadır. Kahramanmaraş'ta "Maraş Ovası" olarak tabir edilen bu bölge içerisinde bulunan Havalimanı Meteoroloji İstasyonuna ait iklim verileri ile şehir merkezinde bulunan Merkez Meteoroloji İstasyonu iklim verileri arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğu görülmektedir. Bu nedenle tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı ova ile aynı coğrafi özelliklere sahip olan Havalimanı Meteoroloji İstasyonu verilerinin kullanımı daha uygun olabilir.

Elde edilen bulgular, özellikle maksimum ve minimum iklim değerleri kullanılarak yapılan hesaplamalarda, verilerin tarımsal faaliyetin yürütüldüğü ya da yakınındaki yerden alınmasının veya benzer coğrafi ve iklimsel özelliğe sahip yerlerden temin edilerek, istatistiksel enterpolasyon yöntemleri ile çalışma yapılacak alana uyarlanmasının önemli olduğunu göstermektedir.

**KAYNAKLAR**

- Apaydin H, Sonmez FK, Yildirim YE 2004. Spatial interpolation techniques for climate data in the GAP region in Turkey. *Climate Research*, 28(1), 31-40.
- Bellocchi G, Rivington M, Donatelli M, Matthews K, Bellocchi G, Rivington M, Donatelli M, Matthews K 2010. Validation of biophysical models : issues and methodologies . A review. 30, 109-130. doi: 10.1051/agro/2009001
- Bonhomme R 2000. Bases and limits to using 'degree day' units. *European Journal of Agronomy*, 13, 1-10. doi: 10.1016/S1161-0301(00)00058-7
- Dikmen S, Cole JB, Null DJ, Hansen PJ 2013. Genome-wide association mapping for identification of quantitative trait loci for rectal temperature during heat stress in Holstein cattle. *Plos One*, 8(7), e69202.
- Fisher DK, Sui R 2013. An inexpensive open-source ultrasonic sensing system for monitoring liquid levels. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 15, 328-334.
- Fodor Nn, Kovacs GzJ 2005. Sensitivity of crop models to the inaccuracy of meteorological observations. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30, 53-57. doi: 10.1016/j.pce.2004.08.020
- Gallagher M. B, Sandhu S, Kimsey R. 2010. Variation in developmental time for geographically distinct populations of the common green bottle fly, *Lucilia sericata* (Meigen). *Journal of Forensic Sciences*, 55(2), 438-442.
- Gubbi J, Buyya R, Marusic S, Palaniswami M 2013. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29, 1645-1660. doi: 10.1016/j.future.2013.01.010
- He H, Yang L, Fan L, Zhao L, Wu H, Yang J, Li C 2012. The effect of intercropping of maize and soybean on microclimate. *Computer and Computing Technologies in Agriculture V*, 257-263.
- Jamieson PD, Brooking IR, Porter JR, Wilson DR 1995. Prediction of leaf appearance in wheat: a question of temperature. *Field Crops Research*, 41(1), 35-44. doi: http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290(94)00102-I
- Johansson E, Berglund S, Lindborg T, Petrone J, Van As D, Gustafsson LG, Näslund JO, Laudon H 2015. Hydrological and meteorological investigations in a periglacial lake catchment near Kangerlussuaq, west Greenland—presentation of a new multi-parameter data set. *Earth System Science Data*, 7(1), 93-108.
- Kim KS, Yoo B 2015. Comparison of Regional Climate Scenario Data by a Spatial Resolution for the Impact Assessment of the Uncertainty Associated with Meteorological Inputs Data on. 2015, 249-255. doi: 10.1007/s12892-015-0115-8
- Los, S, Pollack N, Parris M, Collatz G, Tucker C, Sellers P, Malmström C, DeFries R, Bounoua L, Dazlich D 2000. A global 9-yr biophysical land surface dataset from NOAA AVHRR data. *Journal of Hydrometeorology*, 1(2), 183-199.
- Mearns LO, Easterling W, Hays C, Marx D 2001. Comparison of Agricultural Impacts of Climate Change Calculated from High and Low Resolution Climate Change Scenarios: Part 1. The Uncertainty Due to Spatial Scale. *Climatic Change*, 51, 131-172. doi: 10.1023/A:1012297314857
- Mesas-Carrascosa FJ, Verdú Santano D, Meroño JE, Sánchez de la Orden M, García-Ferrer A 2015. Open source hardware to monitor environmental parameters in precision agriculture. *Biosystems Engineering*, 137, 73-83. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2015.07.005
- Monestiez P, Courault D, Allard D, Ruget F, Ruget ÉO 2001. Spatial interpolation of air temperature using environmental context: Application to a crop model. *Environmental and Ecological Statistics*, 8, 297-309. doi: 10.1023/A:1012726317935
- Monteith JL 1965. Evaporation and environment. Paper presented at the Symp. Soc. Exp. Biol.
- Moorhead JE, Gowda, P. H., Marek GW, Porter, DO, Marek TH 2016. Spatial Uniformity in Sensitivity Coefficient of Reference Et in the Texas High Plains. *Applied Engineering in Agriculture*, 32(2), 263-269.
- Mu Q, Heinsch FA, Zhao M, Running SW 2007. Development of a global evapotranspiration algorithm based on MODIS and global meteorology data. *Remote Sensing of Environment*, 111(4), 519-536. doi: http://doi.org/10.1016/j.rse.2007.04.015
- Romanovsky V, Drozdov D, Oberman N, Malkova G, Kholodov A, Marchenko S, Moskalenko N, Sergeev D, Ukraintseva N, Abramov A 2010. Thermal state of permafrost in Russia. *Permafrost and Periglacial Processes*, 21(2), 136-155.
- Sethi VP, Sumathy K, Lee C, Pal DS 2013. Thermal modeling aspects of solar greenhouse microclimate control: A review on heating technologies. *Solar Energy*, 96, 56-82. doi: 10.1016/j.solener.2013.06.034
- Swan JB, Schneider EC, Moncrief JF, Paulson WH, Peterson AE 1987. Estimating Corn Growth, Yield, and Grain Moisture from Air Growing Degree Days and Residue Cover1. *Agronomy Journal*, 79(1), 53-60. doi: 10.2134/agronj1987.00021962007900010012x
- Tan CL, Wong NH, Jusuf SK 2013. Outdoor mean radiant temperature estimation in the tropical urban environment. *Building and Environment*, 64, 118-129.
- TÜİK 2016. Tarım alanları. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Zhao G, Siebert S, Enders A, Rezaei EE, Yan C, Ewert F 2015. Demand for multi-scale weather data for regional crop modeling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 200, 156-171. doi: 10.1016/j.agrformet.2014.09.026

## Doğu Akdeniz Bölgesinde Farklı Sıra Aralıklarının Pamuk Bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Sulama Suyu Miktarına Etkisi

Çağatay TANRIVERDİ<sup>1</sup>, Hasan DEĞİRMENCİ<sup>1</sup>, Engin GÖNEN<sup>1</sup>, Ulaş ŞENYİĞİT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş,

<sup>2</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Isparta

✉: degirmenci@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, 3 farklı sıra aralığının (50, 70 ve 90 cm) pamuk verimi ve uygulanan sulama suyu miktarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme, 2013 yılında Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü arazisinde tesadüfi bloklar deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Uygulanan sulama suyu miktarlarına göre, en yüksek sulama suyu miktarı 622 mm ile 70 cm sıra aralığına sahip konuya uygulanırken, en düşük sulama suyu miktarı 555 mm ile 90 cm aralığına sahip konuya ait olduğu ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek kütlü verim değeri 70 cm sıra aralığına sahip konularda 595.6 kgda<sup>-1</sup> olarak, en düşük kütlü verim değeri ise 90 cm sıra aralığına sahip konularda 378.6 kgda<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.287802

### Makale Tarihçesi

Geliş : 29.03.2017

Kabul : 22.05.2017

### Anahtar Kelimeler

Sulama suyu miktarı,  
pamuk,  
sıra aralığı

### Araştırma Makalesi

## Conditions of Kahramanmaraş Different Row Spacing on the cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.) Effect of Irrigation Water Yields and Applied Amount

### ABSTRACT

In this study, three different row spacing (50, 70, 90 cm) were In this study, three different row spacing (50, 70, 90 cm) were evaluated for their effect on cotton yield and the amount of applied irrigation water. Trial was conducted as random blocks with 3 replications in the Eastern Mediterranean Gateway Zone Agricultural Research Institute, Kahramanmaraş, in 2013. According to the irrigation water applied, the maximum amount of irrigation water of 622 mm applied to 70 cm row spacing treatment whereas the lowest of 555 mm to 90 cm intervals. According to research results, the highest seed yield was obtained from 70 cm row spacing as 595.6 kg<sup>-1</sup> and the lowest from 90 cm row spacing as 378.6 kg<sup>-1</sup>.

### Article History

Received: 19.04.2017

Accepted: 27.05.2017

### Keywords

Amount of irrigation water,  
cotton,  
row spacing

### Research Article

**To Cited** :Tanrıverdi Ç, Değirmenci H, Gönen E, Şenyiğit U 2018. Doğu Akdeniz Bölgesinde Farklı Sıra Aralıklarının Pamuk Bitkisinin (*Gossypium Hirsutum* L.) Verim ve Sulama Suyu Miktarına Etkisi KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):185-190, DOI:10.18016/ksudobil.287802.

### GİRİŞ

Pamuk bitkisi dünyada Pamuk Kuşağı (Cotton Belt) olarak isimlendirilen ve kuzey yarı küre içinde 37° N ve Asya Ukrayna'da 47° N ile Güney yarı kürede 35° S enlem dereceleri arasında kalan alanda yetişmektedir. Akdeniz'de; Antalya, Çukurova, Hatay, Kahramanmaraş, Güneydoğu Anadolu'da; Gaziantep, Diyarbakır, Şanlıurfa, Mardin ile batıda Ege'de; Muğla, Denizli, Aydın, İzmir, Balıkesir ve Çanakkale illeri uygun pamuk yetiştirme alanları olarak belirlenmiştir (Gürel ve ark., 2000). Pamuk, hem ülkemiz hem de dünya tarım, sanayi ve ticaretinde

önemli yere sahip bitkilerden birisidir. Son 45 yılda pamuk tüketimi %140 artarak 25 milyon tona ulaşmış ve geçmiş yıllar ile kıyaslandığında bu güne kadarki en yüksek tüketim miktarı olmuştur (Özüdoğru ve Çakanyıldırım, 2006). Pamuğun ülkemizdeki ekim alanı 542 bin ha, üretimi 955 bin ton ve verimi ise 17.6 kg/ha'dır. (Özüdoğru, 2013). 2013 yılında Türkiye genelinde 2.25 milyon ton pamuk üretim yapılmış olup Kahramanmaraş bölgesinde ise 20 859 ton üretim yapılmıştır (Anonim, 2015). Pamuk bitkisinin ülkemiz için öneminin gün geçtikçe artması, pamuk tarımında yüksek verimin ve kalitenin artırılması öncelik kazanmaya başlamıştır.

Mobley ve ark. (2000), ultra dar sıra pamuk ekiminin yabancı ot kontrolü ve pamuk verimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada 20 cm (dar sıra) ve 76 cm (normal sıra) sıra arası mesafelerini kullanmışlardır. Çalışmada normal sıra arası ekimlerde verimin daha yüksek olduğunu ve verimlerin çeşitlere göre değiştiğini bildirmişlerdir. Gerik (1999), normal (76 cm), geniş (100 cm) ve dar sıra (51 cm) ekim yöntemlerini araştırdıkları çalışmada, dar sıra ekim yönteminin %40-100 arasında değişen oranlarda ürün artışına neden olabileceğini belirtmiştir.

Su, ulusal ve uluslararası alanda tarımsal girdiler açısından değerlendirildiğinde en önemli konu olarak ortaya çıkmaktadır (Tanrıverdi, 2005). Dünyanın birçok yerinde su kaynaklarına olan talep her geçen gün hızla artmaktadır. Bu talepleri karşılayabilecek su kaynakları ise kısıtlıdır (Anonim, 2006a). Ülkemizin bulunduğu iklim kuşağı dikkate alındığında sulamanın önemi bir kat daha artmaktadır (Atılğan ve ark., 2010). Ülkemizde yıllık ortalama 40.1 milyar m<sup>3</sup> kullanılan suyun 29.6 milyar m<sup>3</sup>'ü tarımsal sulama, 6.2 milyar m<sup>3</sup>'ü içme ve kullanma, 4.3 milyar m<sup>3</sup>'ü ise sanayide kullanılmaktadır (Öztürk, 2009). Türkiye'de kullanılabilir su potansiyelinin yaklaşık olarak %70 ile tarımsal üretimde kullanılmakta (Atılğan ve ark., 2010) ve sonucunda ise sulama yönetimine ve işletilmesine ilişkin sorunlarda en yoğun olarak bu sektörde karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2006b). Sulama, bir taraftan tarımsal üretimi arttırırken, diğer taraftan gerekli önlemler alınmazsa çevreye zarar vermekte ve doğal dengenin bozulmasına yol

açmaktadır (Çakmak ve Gökalp, 2011). Dünya nüfusunun 1950'de 2.5 milyardan bugün 6.5 milyara gelmesiyle ve artan nüfusun gıda gereksinimini karşılamak amacıyla, sulanan alan iki, kullanılan su miktarı da üç katına çıkmıştır (Viala, 2008). Bu durum, artan nüfus ve sanayi ile rekabet halindeki tarımsal sulamanın daha etkin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Tanrıverdi ve Degirmenci, 2011). Pamuk tarımında, sınırlı ve artan fiyatı ile önemli bir girdi olan sulama suyunun maksimum fayda sağlayacak şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla çalışmada, farklı sıra aralıklarında ekimi yapılan pamuk bitkisinin verim ve uygulanan sulama suyu miktarı üzerine etkisi araştırılarak pamuk yetiştiren çiftçilere rehberlik yapabilecek bir kaynağın ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

### MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Kahramanmaraş Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında 2013 yılında yürütülmüştür. Anılan alanın denizden ortalama yüksekliği 700 m olup 27°11' - 38°36' kuzey paralelleri ve 36°15' - 37°41' doğu meridyenleri arasında yer almaktadır.

Kahramanmaraş'ın uzun yıllık iklim verileri (1960–2013) ve 2013 yılına ait verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2013 yılı iklim değerleri uzun yıllık ortalamalara göre daha sıcak, yağışlı ve daha az nemli geçmiştir. Pamuğun yetiştirme döneminde ise (Mayıs-Ekim) ortalama sıcaklık değerleri uzun yıllık iklim değerlerinden daha yüksek bulunmuştur (Anonim, 2013)

Çizelge 1. Uzun yıllık (1960-2013) ve deneme yılına (2013) ilişkin iklim verileri

Yıllar	Ölçümler	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Uzun yıllık iklim verileri (1960-)	Ortalama Nem (%)	54.8	49.4	51.1	52.5	49.6	54.0
	Ortalama Sıcaklık (°C)	20.3	25.2	28.3	28.4	25.1	19.0
	Minimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	14.1	18.8	22.0	22.1	18.3	12.8
	Maksimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	26.7	31.9	35.5	35.9	32.4	26.0
	Toplam Yağış Ortalaması (mm)	40.4	6.7	1.1	0.8	7.2	45.4
Deneme yılı iklim verileri	Ortalama Nem (%)	53.4	43.9	38.8	36.1	44.4	37.7
	Ortalama Sıcaklık (°C)	22.4	25.4	30.9	32	27.3	17.3
	Minimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	16.4	19.7	22.9	23.1	19.1	11.4
	Maksimum Sıcaklıkların Ortalaması (°C)	28.6	32.5	36	37.3	29.5	24.9
	Toplam Yağış (mm)	76.5	16.3	0.7	0	37.5	35.1

Deneme alanında her parseli temsil edecek şekilde 12 noktadan Auger-hole yöntemi ile toprak örnekleri alınmış ve belirlenen parametreler ve bazı toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Denemede kullanılan sulama suyu, Kahramanmaraş

Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde tesis edilmiş kuyudan alınmış ve yapılan analiz sonucunda sulama suyu kalite sınıfı C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak KSÜ, Ziraat Fak., Biyosistem Mühendisliği Bölüm laboratuvarında belirlenmiştir (Çizelge 3).



Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Katmanı	Bünye Sınıfı	TK Pw (%)	SN Pw (%)	As (gr/m <sup>3</sup> )	pH	Kasyonlar (me/lt)				Anyonlar (me/lt)		
						Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
0-30	SC	26.37	14.68	1.47	7.45	0.43	0.09	1.53	1.31	1.52	1.28	0.56
30-60	SC	26.62	14.49	1.46	7.53	0.49	0.07	1.62	1.53	1.49	1.08	1.14
60-90	SC	26.83	14.52	1.49	7.69	0.52	0.11	1.59	1.55	1.52	1.06	1.19

Çizelge 3. Sulama suyu analiz sonuçları

Suyun Sınıfı	EC (dS/m)	Na (%)	pH	Kasyonlar (me/lt)				Anyonlar (me/lt)			
				Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	0.327	19	7.0	0.35	0.05	1.83	1.79	-	1.2	0.71	2.2

Denemede Erşan-92 pamuk çeşidi kullanılmıştır. Tohumlar araziye pnömatik ekim mibzeri ile ekilerek sıra arası mesafe 50, 70 ve 90 cm ve sıra üzeri ise her sıra arası mesafe için aynı 20 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Denemedeki bitkilere verilecek olan 15 kg/da azotlu gübrenin yarısı ekimle beraber, geriye kalan kısmı ise çiçeklenme başlangıcında uygulanmıştır. Çalışmada, pamuk bitkisinin ekim tarihi 12 Mayıs hasat zamanı ise 19 Eylül ve 15 Ekim tarihlerinde yapılmıştır. Araştırmada kullanılan damla sulama sisteminin projelendirilmesi Yıldırım ve ark. (2004)'e göre yapılmıştır ve 75 mm çapında mandallı PVC ana boru ile 33 cm aralıklarla debisi 1 atm basınçta 4 L/h olan içten geçiş damlatıcıların yer aldığı 16 mm çapında PE lateral borular kullanılmıştır. Lateral borulardaki işletme basıncı kullanılan regülatör yardımıyla 1 atm'in altına düşürülmemeye çalışılmıştır. Konulara uygulanan sulama suyu miktarı ise ana boruya bağlanan sayaç yardımıyla ölçülmüştür.

Deneme alanındaki her konunun üç farklı derinliğinden (0-30, 30-60 ve 60-90) toprak örnekleri alınmış ve kuru ağırlık yüzdesine göre nem içeriği belirlenmiştir. Daha sonra bu değerlere göre sulama zamanı ve sulama suyu miktarları hesaplanmıştır. Mevcut nemi tarla kapasitesine getirecek sulama suyu miktarı Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır (Güngör ve ark., 2002).

$$d_n = \frac{(P_{w(TK)} - P_{w(MN)})}{100} \times A_s \times D \times R_y \quad [1]$$

Eşitlikte;  $d_n$ , verilen sulama suyu miktarı (mm);  $P_{w(TK)}$ , kuru ağırlık yüzdesi cinsinden tarla kapasitesi g/g (%);  $P_{w(MN)}$  kuru ağırlık yüzdesi cinsinden solma noktası g/g (%);  $A_s$ , hacim ağırlığı (g cm<sup>-3</sup>);  $D$ , toprak derinliği (mm) ve  $R_y$ , kullanılabilir su tutma kapasitesinin tüketilmesine izin verilen miktarı (% 50)'dir. Eşitlikte sulama suyu miktarı ( $d_n$ ), her bir konu için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Etkili kök derinliğinde eksik nem her sulamada tarla kapasitesine getirilmiş, bu amaçla her sulamada tarla kapasitesine getirilene kadar sulama

suyu uygulanmıştır.

Farklı sıra arası mesafelerin verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla her uygulama için 3 tekerrür yer almıştır. Çalışmada, kenar etkisini ortadan kaldırmak amacıyla örnekler parsellerin ortasından alınmıştır. Denemeden elde edilen veriler JMP istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada gözlem parsellerinden elde edilen nem değerinin %50'si tüketildiğinde sulama zamanı belirlenmiştir. Diğer konular da ise control konusunun sulama zamanına göre 0-90 cm'lik toprak katmanını tarla kapasitesine tamamlayacak şekilde sulama yapılmıştır. En yüksek sulama suyu miktarı 622 mm ile 70 cm sıra aralığına sahip normal ekim konusuna, 589 mm sulama suyu 50 cm dar aralıklı sıra ekim konusuna ve en düşük sulama suyu miktarı ise 555 mm ile 90 cm aralıklı geniş sıra ekim konusuna uygulanmıştır (Çizelge 4). Araştırmada uygulanan sulama suyu miktarları ile Yılmaz ve ark. (2005), Sarı ve Dağdelen (2010) ve Ertek ve Kanber (2002) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen değerler arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sulama suyu kullanım randımanı değerleri 50, 70 ve 90 cm sıra aralığı konuları için sırasıyla 0.80, 0.95 ve 0.68 kg/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. En yüksek sulama suyu kullanım randımanı 0.95 kg/m<sup>3</sup> ile normal sıra ekim yapılan 70 cm konusundan, en düşük ise 0.68 kg/m<sup>3</sup> olarak 90 cm aralıklı konudan elde edilmiştir. Elde edilen bulgular önceki araştırmacıların yaptıkları çalışmalar ile benzerlik göstermiştir (Yazar ve ark., 2002; Ertek ve Kanber, 2002).

Konulara göre uygulanan sulama suyu miktarı üzerine yapılan varyans analiz sonucunda farklı sıra arası mesafeleri konularına uygulanan sulama suyu miktarları arasında (p<0.01) önem düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 5.).

Çizelge 4. Konulara göre uygulanan sulama suyu miktarı ve sulama suyu kullanım randımanı

Konular	Sulama Sayısı	Sulama suyu Miktarı (mm)	Sulama Suyu Kullanım Randımanı (kg/m <sup>3</sup> )
50	10	589	0.80
70	10	622	0.95
90	10	555	0.68

Çizelge 5. Farklı sıra arası mesafelerin sulama suyu miktarı üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	SD	KT	KO	F Ratio	ÖD
Sıra arası mesafe	2	200,066	100,033	69,3778	<.0001
Tekerrür	2	0,6	0,3	0,1418	0,8681
Hata	58	122,7333	2,1161		

Çalışmada kütlü verim değerlerine bakıldığında dar (50 cm), normal (70 cm) ve geniş (90 cm) sıra ekimlerine sahip konularda sırasıyla 471.2 kg da<sup>-1</sup>, 595.6 kg da<sup>-1</sup> ve 378.6 kg da<sup>-1</sup> kütlü verim değerleri elde edilmiştir (Çizelge 6.). Normal sıra ekim sıklığında dar ve geniş sıra ekim sıklığına göre çok daha yüksek verim elde edildiği görülmüştür. Normal sıra ekim yönteminde ayrıca mekanize etmesi ve kültürel işlemleri daha kolaylaştırdığı için tercih edilebileceği söylenebilir. McCarty ve ark. (1993) yaptıkları bir çalışmada dar sıra pamuk ekiminin birim alan verim değerlerini arttırdığını, Gerik (1999), normal (76 cm),

geniş (100 cm) ve dar sıra (51 cm) ekim yöntemlerini araştırdıkları çalışmada, dar sıra ekim yönteminin %40-100 arasında değişen oranlarda ürün artışına neden olabileceğini vurgulamışlardır. Ancak Özdemir (2007), yaptığı çalışmada çeşitlerin ekim sıklığı uygulamalarına tepkilerinin farklı olduğunu bildirmiş ve Delta Opal, Golden West ve Maraş-92 çeşitlerinin normal ekimde daha yüksek verim verdiklerini belirtmiştir. Elde edilen verim değerleri ile diğer araştırmacıların (Sarı ve Dağdelen, 2010; Yazar ve ark., 2002; Dağdelen ve ark., 2005) yaptıkları çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 6. Farklı sıra arası mesafelerinin pamuk verimi ve bitki boyu değerleri

Konular	Bitki Boyu (cm)	Verim (kg/da)
50	60	471.2
70	75	595.6
90	61	378.6

Farklı ekim sıklıklarının pamuk bitkisi boyu üzerine etkisine incelendiğinde dar (50cm), normal (70 cm) ve geniş sıra (90 cm) ekim aralıklarında sırasıyla 60 cm, 75 cm ve 61 cm uzunluklar ölçülmüştür (Çizelge 6). Özdemir (2007), yaptığı çalışmada çeşitlerin bitki boyu yönünden farklı ekim sıklığı konularına tepkilerinin farklı olduğunu belirtmiş ve bitki boyu değerlerinin 52.33 cm ile 100.13 cm arasında bulmuştur. Nicholas ve ark. (2004) pamuk bitkisinde dar sıra ekim sıklığının bitki boyunu azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda ise verim değerlerine ile paralel olarak bitki boyunda en yüksek 70 cm normal sıklıkta ekim yapılan konuda elde edildiğini en düşük değer ise 50 cm dar sıra ekimde konuda elde edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen bitki boyu değerler birçok araştırmacının yapmış oldukları çalışmalarda benzer sonuçları bildirmişlerdir (Gill ve Singh, 1982; Başbağ, 2005; Kaya ve ark., 2011).

Konulara göre kütlü verim değerleri üzerine yapılan varyans analiz sonucunda farklı sıra arası mesafeleri konularının kütlü verim değerleri arasında (p<0.01) önem düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 7.)

Farklı ekim sıklıklarının bitki boyu üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonucunda elde edilen sonuçlar Çizelge 8'de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere çalışmada sıra arası mesafelerinin bitki boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.01).

Çizelge 7. Farklı sıra arası mesafelerin kütlü verim üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	SD	KT	KO	F Ratio	ÖD
Sıra arası mesafe	2	213417,36	106708,68	3097994	<.0001
Tekerrür	2	0,07	0,035	1,000	0,3874
Sıra arası mesafe*tekerrür	4	0,27	0,067	1,967	0,1428
Hata	18	0,62	0,344		

Çizelge 8. Farklı sıra arası mesafelerin bitki boyu üzerine etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Kaynaklar	SD	KT	KO	F Ratio	ÖD
Sıra arası mesafe	2	2280,0000	1140,000	637,2671	<.0001
Tekerrür	2	0,400	0,200	0,1118	0,8945
Sıra arası mesafe*tekerrür	4	96,4000	24,100	13,4720	<.0001
Hata	36	64,4000	1,789		

## SONUÇ

Elde edilen sonuçlara göre farklı sıra aralıklarında tüm verim değerleri ülkemiz ortalaması olan 176 kg da<sup>-1</sup>'den yüksek ve en yüksek verim değeri de normal sıra ekim (70 cm) yapılan konudan 595.6 kg da<sup>-1</sup> olmak üzere elde edilmiştir. En düşük kütlü pamuk verimi ise 378.6 kg da<sup>-1</sup> ile geniş sıra ekim (90 cm) konusundan elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarları konulara göre 555 mm ile 622 mm arasında değiştiği görülmüştür. Sulama suyu kullanım randımanları incelendiğinde en yüksek değer normal sıra ekim (70 cm) yapılan konuda 0.95 kg m<sup>-3</sup> elde edilmiştir. İstatistiksel açıdan farklı sıra aralıkları konularında uygulanan sulama suyu miktarları ve kütlü verim değerleri arasındaki ilişkiler önemli bulunmuştur. Çalışmada, pamuk yetiştiriciliğinde normal sıra ekimin (70 cm) diğer konular (50 ve 90 cm) ile kıyaslandığında; optimum su kullanımı sağlandığında pamuk bitkisinin kütlü verimine ve vejetatif gelişimine olumlu etkileri olacağı sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Anonim 2006a WCA. 2006a. <http://www.wca-infonet.org/servlet/> (Erişim tarihi: 19.11.2014).
- Anonim 2006b. Southernland Association, 2006. <http://www.Terredelsud.Org/risidriceng.php> (Erişim tarihi:15.05.2015).
- Anonim 2013. Kahramanmaraş Devlet Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü. 2013.
- Anonim 2015. Türkiye İstatistik Kurumu Veriler 2015. <http://www.Tuik.Gov.Tr>. (Erişim tarihi:11.05.2015).
- Atılgan A, Özdemir Ö, Öz H, Kadayıfçı A, Şenyiğit U, 2010. Isparta Yöresindeki Meyve Bahçelerinde Kullanılan Sulama Yöntemlerinin Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 5(2): 27-32.
- Başbağ S, 2005. Inter-spesifik (G. Hirsutum L. x G. Barbadosense L.) Hibrit Pamukların Diyarbakır Koşullarında Yetiştirilme Olanakları. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiriler(D): 325-330. 5-9 Eylül 2005, Antalya.
- Çakmak B, Gökalp Z, 2011. İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (1): 87-95.
- Dağdelen N, E Yılmaz F, Sezgin T, Gürbüz 2005. Karık Yöntemiyle Sulanan Pamukta Farklı Sulama Düzeylerinin Kütlü Kalitesi Ve Bazı Agronomik

- Özellikler Üzerinde Etkisi. IV. Gap Tarım Kongresi Bildiriler:1651-1658.21-23 Eylül 2005, Şanlıurfa.
- Ertek A, Kanber R, 2002. Damla Sulama Yöntemiyle Uygulanan Farklı Sulama Programlarının Pamuk Çırcır Randımanına Etkileri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 5(1) 118-130.
- Gerik TJ, 1999. Ultra-Narrow Row Cotton Performance Under Drought Conditions Reprinted from The Proceedings of the Belt Wide Cotton. Conference Volume 1:581.
- Gill SS, Singh TH, 1982. Stability For Fibre and Morphological Characters in Upland Cotton. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 41 (2): 292-296.
- Güngör Y, Erözel AZ, Yıldırım O, 2002. Sulama. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1443, Ders Kitabı: 424, Ankara.
- Gürel A, Akdemir H, Emiroğlu Ş H, Kadoğlu H, Karadağ, H B. 2000. Türkiye lif bitkileri. Tarım Haftası 2000 Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi (17-21 Ocak). Milli Kütüphane, Ankara.
- Kaya AR, Eryiğit T, Arslan B, 2011. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Pamuk (Gossypium hirsutum L. ve Gossypium barbadense L.) Çeşitlerinin Ve Türler Arası Melezlemelerle Elde Edilen Hatların (G. hirsutum L. X G. barbadense L.) Verim, Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 1(2): 97-105.
- Mccarty, W. H., Mccarty, J. C., Jenkins, J. N., 1993. Fruiting Characteristics of Narrow Row Cotton Grown in Mississippi in 1992. Proceedings Belt Wide Cotton Conferences, p. 1271.
- Mobley M L, Burgeros N R, Mccelland M R., 2000. Weed Control And Yield Performance of Transgenic Cotton in Ultra Narrow Rows. Reprinted From the Proceedings of the Belt Wide Cotton Conference, 2:1491-1492.
- Nicholas, S.P., Charles, E. Snipes, and Michael A. Jones 2004. Cotton Growth, Lint Yield, And Fiber Quality As Affected By Row Spacing And Cultivar. The Journal of Cotton Science 8:1-12 .
- Özdemir M, 2007, Buğday Sonrası İkinci Ürün Pamuk Üretiminde Ekim Sıklığının Verim Ve Lif Teknolojik Özelliklere Etkisi.(Yüksek Lisans Tezi). K.S.U. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümü.
- Öztürk M, 2009. Havza Esaslı Entegre Su Yonetimi, TBMM Çevre Komisyonu. Ankara.
- Özüdoğru T, Çakaryıldırım N, 2006. Pamuk durum ve tahmin: 2005/2006, Tekstil ve Mühendis, Tekstil

- Mühendisleri Odası Yayını, Ocak 2006, Sayı:61.
- Özüdoğru T, 2013. Durum ve Tahmin Pamuk. 2011-2012. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Ankara.
- Sarı Ö, Dağdelen N, 2010. Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Pamukta Farklı Lateral Aralıklarının Pamuk Su-Verim İlişkileri Üzerine Etkisi ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi; 7(1) : 41 – 48.
- Tanrıverdi Ç, 2005. Using TDR in the Agricultural Water Management. KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi, 8(2):108-115.
- Tanrıverdi C, Degirmenci, H, 2011. Assessment of Management Transfer of Kahramanmaraş Irrigation System. Scientific Research and Essays, Vol. 6(3):522-528.
- Viala E, 2008. Water For Food Water For Life. A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. International Water Management Institute. 645p., Earthscan, USA.
- Yazar A, Sezen SM, Sesveren S, 2002. Lapa and Trickle Irrigation of Cotton in The Southeast Anatolia Project (GAP) Area in Turkey. Agricultural Water Management .(3),129-203.
- Yıldırım, O., Erözel A., Z. ve Güngör, Y., 2004. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Sulama Kitabı Yayın No:1540 Ders Kitabı:493 Ankara, 20-124s.
- Yılmaz, E., Dağdelen, N., Sezgin, F., Gürbüz, T., 2005. Aydın Koşullarında Farklı Sulama Yöntemleri ve Sulama Programlarının Pamukta Kütlü Kalitesi Üzerine Etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi; 2(1): 17-22.



## Coğrafi İşaretli Erzurum Küflü Peyniri'nin Tüketici Tercihlerine Dayalı Pazarlama Taktik ve Stratejileri

Derya BARAN<sup>1</sup> , Yavuz TOPCU<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, <sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım İşletmeciliği A.B.D.

✉ : yavuztopcu@atauni.edu.tr

### ÖZET

Çalışmanın amacı, Erzurum'da ikamet eden tüketicilerin Erzurum Küflü Peynir tüketim tercihleri ve satın alma modellerine dayalı pazarlama taktik ve stratejilerini belirlemektir. Çalışmanın ana materyalini Erzurum ilinde ikamet eden ve Erzurum Küflü Peyniri tüketen 401 hanehalkı ile yapılan anket çalışmasından elde edilen birincil veriler olmaktadır. Elde edilen verileri dikkate alarak, satın alma kararı üzerinde etkili olan ana faktörlerin belirlenmesinde *Temel Bileşenler Analizi (PCA)* ve tüketicilerin tüketim sıklıklarına göre kümelerin oluşturulmasında *İki Aşamalı Kümeleme Analizi* kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, yoğun kullanıcıların satın alma kararlarında temel fayda odaklı yerel ürünlere dayalı kırsal kalkınmaya ivme kazandırmak için jenerik marka altında temel fayda imajına büyük önem atfetmişlerdir. Diğer taraftan ılımlı ve düşük düzeyde tüketiciler ise duyu kalite niteliklerini dikkate alarak kırsal kalkınmaya katkı vermek için yerel bireysel marka kapsamında genişletilmiş mamul imajı ve görsel kalite ile iletişim karması bileşenlerini dikkate alan gerçek ürün imajlı Erzurum Küflü Peyniri'ne büyük bir önem vermişlerdir.

DOI:10.18016/ksudobil.302230

### Makale Tarihçesi

Geliş : 29.03.2017  
Kabul : 24.04.2017

### Anahtar Kelimeler

Erzurum Küflü Peyniri,  
PCA ve Kümeleme Analizleri,  
Tüketici Tercihleri

### Araştırma Makalesi

## Marketing Tactic and Strategies Based on Consumer Preferences of Erzurum Moldy Cheese with Protected Geographical Indication (PGI)

### ABSTRACT

The aim of the study is to determine the marketing tactic and strategies based on Erzurum Moldy Cheese consumption preferences and their purchase patterns of the consumers dwelling in Erzurum. The main material of the study was provided by the primary data obtained from a survey conducted on 401 households residing in Erzurum during 2015, and consuming Erzurum Moldy Cheese. *Principal Component Analysis (PCA)* and *Two-step Cluster Analysis* were used to determine the main factors impacting on their purchase decisions, and then to segment homogenous clusters according to their purchase frequencies by taking into consideration the data, respectively. The results of the study highlighted that the heavy users appreciated to Erzurum Moldy Cheese's core benefit image under generic brand based on the local products oriented core benefit to accelerate rural development. On the other hand, the medium and light users gave a bigger attention to its augmented product image covering the local individual brands to contribute rural development by considering sensory quality attributes, and with the actual product image by taking into consideration the components related to the visual quality attributes and promotion mix on their purchase decisions.

### Article History

Received: 29.03.2017  
Accepted: 24.04.2017

### Keywords

Erzurum Moldy Cheese,  
PCA and Cluster Analyses,  
Consumer Preference

### Research Article

## GİRİŞ

Küreselleşme ile birlikte, tüketimi önceleyerek ürün kalitesi ve sağlık güvenliğini geri plana atan gıda üretim sistemlerinin beraberinde getirdiği genetiği değiştirilmiş kimyasal katkı ve kalıntılara maruz bırakılmış gıda ürünleri, insan sağlığı ve ekosistemi sürekli ve dönüşü olmayan tehditlerle karşı karşıya bırakmaktadır (Topcu, 2015). Öte yandan nüfus artışı, kentleşme, işgücüne katılım gibi olgularla birlikte piyasa mekanizmasında bilişim teknolojileri ile ortaya çıkan yaşam felsefesinin getirdiği pasif yaşam koşullarının beslenme alışkanlıklarında meydana getirdiği değişimler ve tüm bunların sosyal ve çevresel alanda oluşturduğu olumsuzluklar içinden çıkılmaz girift bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm bunların bir sonucu olarak tüketiciler daha doğal ve sağlıklı, kimyasal kalıntı ve suni katkılardan arındırılmış, orijini bilinen, doğal kaynakları koruyan ve yaşanabilir bir dünya miras bırakacak satın alma tutum ve davranışlarına yönelme eğilimindedir.

Araştırmanın yürütüldüğü Erzurum İli'nin yüksek rakımlı alanlarında ve yoğun kirletici kimyasallardan uzak doğal tarımsal üretim faaliyetinin sürdürülmesi, bitkisel ve hayvansal ürünlere nispi üstünlük sağlayarak önemli duyuşal kalite nitelikleri kazandırmaktadır (Topcu, 2012). Tüketici tercihlerinde büyük bir öneme sahip ve talebin belirleyicisi konumunda olan doğal ve geleneksel özellik garantisi sunan ürün nitelikleri yanında gerçek ve duyuşal kalite nitelikleri ile sağlanan katma değer, hem üreticilere hem de tüketicilere önemli fırsatlar sunabilmektedir. Ancak konumlandırılan üründen sağlanan katma değer odağında öz niteliklerin temel faydası yatarken, inovatif pazarlama karması tasarımlarından sağlanacak gerçek ve bileşik faydaların katma değerleri göz ardı edilmektedir. Dolayısıyla Erzurum Küflü Peyniri olgunluk evresini tamamlayarak, doyum yaratmış ve cazibesini kaybetmiş ürün imajı kategorisinde değerlendirilmektedir.

Erzurum Küflü Peyniri'nin tüketicilerinin istek ve ihtiyaçlarını karşılayacak ve onların tercihleri üzerinde pozitif satın alma motivasyonu ve mamul bağımlılığı yaratacak konumda olmaması, yani temel faydası yüksek ancak gerçek ve bileşik fayda niteliklerinden uzak bir yaklaşımla ürün sunmaları, tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerinin tatmini açısından yetersizdir. Bu negatif satın alma tutum ve davranışını bertaraf etmek için hedef piyasalardaki ürün hattıyla ilgili tüketicilerin satın alma tutum ve davranışları analiz edilerek, hedef piyasa segmentlerine uygun pazarlama stratejilerinin uygulanması ve perakende satış noktalarında konumlandırılması zorunluluk arz etmektedir.

Bu peynirin Türk Gıda Kodeksine göre hijyen, ambalajlama, etiketleme gibi kriterleri sağlanmasına

ilave olarak, mevcut mevzuatlarda yer almayan üretim yerlerine ilişkin kurallar, izlenebilirlik, risk analizi gibi denetim sistemlerine uyum sağlanması ile meydana gelecek gerçek ve bileşik fayda imajı altında ürün sunumlarının sağlanması, tüketicilerin satın alma tutum ve davranışlarını pozitif yönde değiştirilebilir ve talep trendlerini önemli ölçüde artırabilir.

Mevcut talebin artırılması ile alt yapısı yetersiz, küçük ve parçalı bölge tarım işletmelerin alternatif faaliyet birimlerini, mevcut üretim birimi lehine daraltarak katma değeri yüksek olan bu ürünlerin bütünsel bir yaklaşımla üretim planlamasına dahil edilmesi, işletmelerin dönen aktif karlılığını ve sürdürülebilirliğini önemli ölçüde artırabilir. Hem üretim hem de tüketim cepesinde yaşanan bu değişimlere işaret eden çok sayıda araştırmalar mevcut olup; bu araştırmalar son yıllarda yaşanan sosyal, ekonomik ve kültürel değişimlerin tüketicilerin gıda tüketim kararlarında daha doğal, taze, organik ve bölge orijinli ürün arayışına yöndiklerine tanıklık etmektedir (Darby ve ark., 2008; Nellemann and Arendal, 2009; Kan ve ark., 2012).

Bu yüzden bölge orijinli ve geleneksel özellikli tarımsal ürünlere doğru artan tüketim trendleri yaşanmaktadır. Özellikle PGI/PDO tescilli; iyi bir koruma sistemine sahip olup uygun amaçlarla kullanılırsa, büyük ekonomik değere ve verimli bir pazarlama aracı potansiyeline dönüşebilir (Addor and Grazioli, 1997; Vanhonacker ve ark., 2010). Çünkü bölge orijini kavramı, tüketici zihninde kalite, lezzet, güven ile doğallığı ifade eden ve yöresel ürün tercihlerini etkileyen dışsal bir faktör olarak kabul gördüğü (Vandermersch and Mathijs, 2004; Darby ve ark., 2006) için pazarlama açısından farklılaştırma ve rekabet üstünlüğü sağlamakta (Lobb and Mazzochi, 2007) ve bu sayede genişletilmiş ürün imajı, daha fazla bir ödeme istekliliğini beraberinde getirmektedir (Jekanowski ve ark., 2000; Sajiki ve ark., 2009; Sriwaranum ve ark., 2015; Magistris and Gracia, 2016).

Bütün bunların bir sonucu olarak, yerel ürün piyasaları son derece dinamik bir yapıda ve muazzam bir kapasite ile potansiyele sahip bulunmaktadır (MacRae ve ark., 2010). Nitekim PGI ile tescil edilmiş 10.000 adet ürünün dünya piyasasındaki payı 200 milyar dolar iken, Avrupa Birliğinde 1.274 adet ürünün payı 75 milyar Euro ile artış trendi göstermeye devam etmektedir (Anonim, 2015). Türkiye'de 2014-2015 faaliyet döneminde 13 ülkeye 7 farklı üründe toplam 2.500 ton coğrafi işaretli ürün ihraç edilmiş ve toplam gıda ihracatının %10-15'ini teşkil etmiştir.

01.03.2010 tarihinde PGI ile tescillenmiş Erzurum Küflü Peyniri; protein, kalsiyum ve fosforca zengin, tüketenlerin kaliteli hayvansal protein ihtiyacını karşılayan, yağsız veya yağ oranı düşük ve

olgunlaştırılarak yeşilimsi rengin baskın olduğu bir peynir çeşididir. Erzurum ilinin yüksek rakımlı meralarında çeşitli aromatik otlarla beslenen hayvanlardan elde edilen sütün yağının uzaklaştırılmasının ardından belirli düzeyde asitlendirilmesi işleminden sonra mayalanması sonucu elde edilen tuzsuz, yağsız veya az yağlı bir peynir olan Civil peynirin sade veya lor peyniri birlikte plastik, ahşap veya deri gibi materyallere basılarak olgunlaştırılması ile elde edilmektedir. Bu esnada spontane gelişen mavi-yeşil küfler peynire özel bir tat ve lezzet katarak, tercih edilmesinde önemli bir etkiye sahiptir (TPE, 2017).

Peynir üretimi ve popüleritesi yüksek olan ülkelerin 400-450 adet peynir çeşitleri mevcut olup, bunların önemli bir kısmı PDO, PGI ve TSG ile tescillenmesine rağmen; ülkemizde 195 civarında peynir olup, bunların 8-10 tanesi tescillenmiştir. Bu durum peynir üretimi ve tüketimini önemli ölçüde etkilemektedir. Dünya peynir üretimi 2014 yılında 19 milyon ton ve üretimde en fazla paya sahip ülkeler sırasıyla AB-27 (%54), ABD (%28), Arjantin (%3.2) ile Rusya Federasyonu (%2.7)'dur (FAOSTAT, 2017). Dünyada 2014 yılında yıllık kişi başına peynir tüketiminin en fazla olduğu ülkeler 17.9 kg ile AB-27, 15.5 kg ile ABD ve 13.3 kg ile Kanada'dır (TEPGE, 2017). Türkiye'de yıllık kişi başına peynir tüketimi 7.8 kg (CDIC, 2015) ve Erzurum'da ise peynir tüketimi yıllık ortalama 3 kg'dır (Topcu, 2012).

Araştırma bölgesinde peynir tüketimi çok düşük düzeylerde olup, Erzurum Küflü Peyniri'nin perakende düzeyinde Türk Gıda Kodeksi tebliğ ve yönetmeliklerine göre zorunluluk arz eden kriterlere uyum yetersizliği (Sengul ve ark., 2006) ve mamul yaşam eğrisinde olgunluk evresini aşmasından dolayı tüketimi çok düşük düzeylerde seyretmektedir. Bu ürünün tüketim miktarının artırılabilmesi için tüketicilerin ihtiyaç ve isteklerine yönelik inovatif pazarlama stratejilerinin harekete geçirilmesi gerekmektedir. Türkiye'deki durumun aksine gelişmiş ülkelerdeki tüketicilerin satın alma tutum ve davranışlarında coğrafi işaret tescilleri önemli etkiye sahiptir. Tescil ve marka gibi koruyucu sistem etkisiyle tüketicilerin coğrafi işaretler altında sağlıklı ve güvenilir gıda tüketim trendleri önemli ölçüde artmaktadır. Fakat Türkiye'de tüketicilerin Erzurum Küflü Peyniri satın alma kararları üzerinde coğrafi işaret ve bölge orijininin etkileri ile ilgili herhangi bir araştırmaya rastlamak mümkün değildir. Bu yüzden bu çalışma, coğrafi işaretli ve bölge orijin tescilli ürünlerin tüketici tercihi ve satın alma kararı üzerinde etkili olan faktörler konusunda literatüre önemli bir katkı sağlayabilir. Bu yüzden coğrafi işaretli Erzurum Küflü Peyniri'nin tüketici tercihleri ve satın alma modelleri üzerinde etkili olan temel faktörlerin ortaya çıkarılması ve daha sonra bu faktörlerin yoğun, ılımlı ve düşük düzeyde tüketim

sıklıklarına göre her bir segmente tahsisini kapsayan pazarlama taktik ve stratejilerinin belirlenmesi, çalışmanın temel amaçlarını oluşturmaktadır.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Araştırmanın birincil verilerini, Erzurum İli'nin Doğu ve Güney bölgelerini kapsayan Yakutiye, Batı kısmını içeren Aziziye ve Kuzey bölgesini temsil eden Palandöken merkez ilçelerinde Erzurum Küflü Peyniri tüketen hanehalklarından toplanan anket verileri oluşturmaktadır. İkincil veriler ise çeşitli kurum ve kuruluşların (TUİK, TPE, TSE, FAOSTAT, Kalkınma Ajansları) verileri ile yerli ve yabancı bilimsel çalışma, rapor, dergi ve çeşitli yayınlardan temin edilen araştırma sonuçlarından elde edilmiştir.

### Metotlar

#### Örnek büyüklüğünün belirlenmesinde uygulanan metot

Erzurum İli'ni temsil etme niteliği taşıyan hanehalklarının tek yönlü kümelenmesini önlemek için araştırma bölgesi; Yakutiye (44075 hanehalkı), Aziziye (11500 hanehalkı) ve Palandöken (30022 hanehalkı) merkez ilçelere ayrılmıştır (Anonim, 2016). Ön pilot çalışma ile üç farklı merkez ilçede Erzurum Küflü Peyniri tüketen ve tüketmeyen hanehalklarının ortalama olasılık oranları belirlenmiş ve daha sonra örnek kitle büyüklüğü aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır (Kalaycı, 2009; Hair ve ark., 2010; Topcu, 2012a).

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1 - p)}{c^2} = 385$$

olarak hesaplanmıştır.

Burada; n: Örnek büyüklüğü, Z: Z cetvel değeri (95% güvenaralığında, 1.96), p: Erzurum Küflü Peyniri tüketen hanehalklarının oranı (0.50) ve c: Hata terimi (0.05 = ±5) olarak tanımlanmıştır.

Örnek kitle büyüklüğü ve her bir ilçedeki hanehalkı sayıları dikkate alınarak, oransal yöntemlere göre anket sayıları; Yakutiye, Aziziye ve Palandöken merkez ilçelerinde sırasıyla 198, 52 ve 135 hanehalkı olarak hesaplanmıştır. Ancak çeşitli nedenlerden dolayı oluşabilecek veri kayıplarını bertaraf etmek için de %10 ilave anket yapılmış, fakat veri temizliği sağlandıktan sonra, toplamda 401 adet anket verileri ile çalışılmıştır.

#### Anket formlarının hazırlanmasında uygulanan metot

Erzurum Küflü Peyniri tüketen tüketicilerin satın alma modelleri üzerinde etkili olan tutum ve davranışları belirleyen faktörler, yerli ve yabancı araştırmalarda kullanılan değişkenlerin bölge ve ürün

niteliklerine adaptasyonu ile elde edilmiştir. Tüketicilerin demografik ve sosyoekonomik özellikleri ile ürünün içsel ve dışsal nitelik değişkenlerini dikkate alınarak, anket formları hiyerarşik bilgi akışı düzeninde oluşturulmuştur. Ankete katılan tüketicilerin belirlenmiş olan ürün nitelikleri ile ilgili değişkenlere, 5'li Likert Ölçeği Skala'sında (1: hiç önemli değil, 3: kararsızım ve 5: çok önemli olmak üzere önem derecesi artan ölçüm skorları düzeneğinde seyretmiş) cevap vermeleri istenmiştir.

### Verilerin istatistiksel analizinde uygulanan metotlar

Alan çalışmasından elde edilen Erzurum Küflü Peyniri'nin birincil skale verilerinin güvenilir olup olmadığı ve *Temel Bileşenler Analizinde (PCA)* kullanılabilir olup olmadığı ile ilgili güvenilirlik istatistiği için *Cronbach's Alpha* değeri, 0.934 olarak bulunmuş ve skale değerlerinin standart ölçüm değerlerine göre mükemmel bir seviyede ( $\alpha_{73-items} = 0.934 > 0.700$ ) olduğu test edilmiştir (Kalaycı, 2009; Hair ve ark., 2010).

Güvenirlilikleri test edilen birincil verilen istatistikî analizin ilk aşamasında, Erzurum Küflü Peyniri tüketimi ve satın alma modelleri üzerinde etkili olan değişkenler arasındaki ilişkileri analiz eden ve bunları ilişki düzeylerine göre bağımsız ana gruplara ayıran *Temel Bileşenler Analizi (PCA)* kullanılmıştır. *PCA*, birbirleriyle ilişkili çok sayıda değişkeni az sayıda, anlamlı ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren çok değişkenli istatistik tekniklerinden biridir (Batra ve ark., 2010; Cadena ve Bolini, 2011). Ana faktörlerin elde edilmesi, isimlendirilmesi ve yorumlanması için uygulanan *Orthogonal Rotasyon* çözümünde, *Varimax* metodu kullanılmıştır (SPSS 20.0, 2016). *PCA*; veri setinin faktör analizi için uygunluğunun değerlendirilmesi, faktörlerin elde edilmesi, faktörlerin rotasyonu ve faktörlerin isimlendirilmesi şeklinde gerçekleştirilen dört aşamadan meydana gelmektedir (Topcu, 2015). Veri setinin *PCA* için uygunluğunun değerlendirilmesinde, Bartlett testi ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) oranı dikkate alınmıştır. Bartlett testi, korelasyon matrisinde değişkenlerin en azından bir kısmı arasında yüksek oranlı korelasyonlar olduğu ihtimalini test eder.

Analizin ikinci aşamasında, ilk önce tüketicilerin Erzurum Küflü Peyniri tüketim sıklıklarına göre oluşturulan yoğun (%36), ılımlı (%39) ve düşük (%25) düzeyde kullanıcıları temsil eden üç farklı homojen segment oluşturulmuştur (Kotler ve Amstraong, 2004). Daha sonra *PCA* sonuçlarına göre elde edilmiş bu peynirin temel tüketim tercih faktörlerinin alt

dağılımı, ideal küme sayısını kendisi belirleyen *İki Aşamalı Kümeleme Analizi (Two-step Cluster Analysis)* ile gerçekleştirilmiştir (Kalaycı, 2009; Hair ve ark., 2010).

### ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

#### Erzurum Küflü Peyniri tüketen tüketicilerin demografik ve sosyoekonomik özellikleri

Erzurum Küflü Peyniri satın alma ve tüketim kararları üzerinde etkili olan sosyoekonomik, kültürel, psikolojik ve demografik özellikler, ürün tercihi ve satın alma davranışları ile ilgili tüketicilere farklı bakış açıları sağlamaktadır. Bu yüzden bu faktörler, coğrafi işaretli yerel ürünlere karşı oluşturulan talebi belirlemede büyük bir öneme sahiptir. Bu perspektifle ankete katılanların yaklaşık %52'si kadındır. Diğer taraftan katılımcı aile reislerinin %30'u yükseköğretim mezunu, %36'sı esnaf ve %21'i memurdur. Hedef kitlenin ortalama 15 TL'lik birim fiyattan yıllık ortalama 15 kg Erzurum Küflü Peyniri tükettikleri hesaplanmıştır (Çizelge 1).

#### Erzurum Küflü Peyniri tüketim tercihleri ile ilgili PCA sonuçları

Yerel ürünlere dayalı sürdürülebilir kırsal kalkınma toplam varyansın %17.11'ini teşkil etmektedir. Erzurum Küflü Peyniri tüketen tüketicilerin satın alma kararları ve ürün tercihinde ilk olarak; yerel kaynak potansiyeli harekete geçirilerek sürdürülebilir arz zincirinin temin edilmesi ve yeterli gelire dayalı alternatif faaliyet gelirlerinin temin edilmesi ile kırsal kalkınmaya katkı sağlama istekliliği güdüsü altında pozitif bir satın alma motivasyonu yer almaktadır.

Özellikle tüketicilerin yerel ürün odaklı kırsal kalkınma istekliliklerinin çekici gücü olarak, PGI etiketi ile gıda güvencesinin teminat altına alınması yatmaktadır. Bu durum, potansiyel kaynakların harekete geçirilmesi ve sürdürülebilir arz zincirinin temin edilmesi yoluyla kırsal ve bölgesel kalkınmaya katkı sağlayabilir (Orhan, 2010; Kan ve ark., 2012; Topcu, 2012a; Topcu, 2012b; Altuntaş ve Gülçubuk, 2014).

Erzurum Küflü Peyniri tüketen tüketicilerin satın alma motivasyonu ve tüketim tercihlerini belirleyen ikinci temel faktör beslenmede temel fayda faktörüdür. Bu faktör toplam varyansın %8.2'sini açıklamaktadır. Diğer taraftan genişletilmiş mamul imajı istekliliği, bu peyniri tüketenlerin ön plana çıkardığı diğer tercih faktörü olarak analiz edilmiştir. Bu faktörün de toplam varyansı açıklama oranı %6.41 ve bu ilk üç faktörün toplam varyansı kümülatif olarak açıklama oranı %32 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).



Çizelge 1. Tüketicilerin Erzurum Küflü Peynir tüketim sıklıklarına göre demografik ve sosyoekonomik özellikleri

Demografik ve sosyoekonomik nitelikler		Erzurum Küflü Peynir tüketim sıklıkları			Toplam
		Yoğun kullanıcılar	Orta düzeyde kullanıcılar	Düşük düzeyde kullanıcılar	
Cinsiyet	Erkek	72	73	46	191
	Kadın	73	84	53	210
Eğitim	İlköğretim	76	54	31	161
	Ortaöğretim	40	55	26	121
	Yükseköğretim	29	48	42	119
Meslek	Esnaf	56	51	33	140
	Memur	30	50	34	114
	İşçi	24	20	18	62
	Emekli	29	28	11	68
	Ev hanımı	6	8	3	17
Aile büyüklüğü		5.17	4.24	3.99	4.51
Gelir (aylık)		2536	2638	2831	2648
Gıda harcaması (TL/ay)		840	825	752	813
Süt ürünleri harcaması (TL/yıl)		1981	1871	1762	1884
Peynir harcaması (TL/Yıl)		1008	745	717	835
Küflü peynir tüketim miktarı (kg/yıl)		27.35	11.02	5.58	15.58
Küflü peynir tüketim fiyatı (TL/kg)		14.28	15.44	16.05	15.17
<b>Örnek sayısı</b>		<b>145</b>	<b>157</b>	<b>99</b>	<b>401</b>

Tüketici diyetlerinde yerel orijinli ve tescilli peynirlerin temel fayda beklentisi ile yoğun bir şekilde tüketildiği ve bu trendin giderek arttığını rapor eden Kan ve Gülçubuk (2008), Adanacioğlu ve Albayram (2012), Aprile ve ark. (2016), Magistris ve Gracia (2016), Uzundumlu ve Topcu (2016), mevcut çalışmanın sonuçlarını önemli ölçüde desteklemektedir.

Hedef tüketici kitlesinin Erzurum Küflü Peyniri tüketim tercihleri ve satın alma kararı üzerinde sağlık motivasyonu büyük önem arz etmektedir. Özellikle pozitif sağlık motivasyonunda sağlıklı diyet istekliliği, gıda güvenliği ve hijyen, çocukların biyolojik gelişimi üzerindeki etkiler sırasıyla %5.32, %3.92 ve %3.12'lik paylar ile toplam varyans içerisinde dağılım sergilerken; sağlık üzerindeki negatif etki olarak kabul edilen peynirde küf endişesi toplam varyans içerisinde %2.78'lik bir temsil oranı sağlamıştır (Çizelge 2).

Mevcut çalışmanın gıda güvenliği kapsamında sağlıklı diyet istekliliği sonuçları ile benzerlik gösteren tazelik, doğallık, organik ve genetik manipülasyonlara maruz kalmayan mamullerin ödeme istekliliklerinin çok yüksek olduğu ve tüketiciler tarafından büyük bir talep gördüğü üzerine odaklanan Braghieri ve ark. (2014), Almlı ve ark. (2015), Cacciolatti ve ark. (2015), Topcu (2015) ve Pinto ve ark. (2016) araştırmaların sonuçları ile büyük bir benzerlik göstermiştir.

Erzurum Küflü Peyniri tüketen tüketicilerin, mamul kalitesinden etkilenme düzeyleri dikkate alındığı zaman görsel kalite, hedonik kalite ve duyusal kalite olarak üç kalite algısı üzerinde odaklandıkları görülmektedir. Bu kalite düzeyleri toplam varyans

içerisinde sırasıyla %3.39, %2.88 ve %2.67'lik paylara ve toplamda da %9'luk bir paya sahiptir (Çizelge 2).

Duyusal (Kergoat ve ark., 2010; Menapace ve ark., 2012; Barnes ve ark., 2014; Sriwaranun ve ark., 2015) ve görsel (Kamber, 2007; Bayar ve Ozrenk, 2011; Chiciudean ve Chiciudean, 2013; Goosen, 2014; Matic ve ark., 2014; Uzundumlu ve Topcu, 2016) kalite faktörünün tüketicilerin peynir tüketimini etkileyen faktörler arasında yer aldığına işaret edilmiştir. Rapor edilen bu sonuçlar, mevcut araştırmanın sonuçlarını önemli ölçüde desteklemektedir.

Diğer taraftan Erzurum Küflü Peyniri satın alma kararı üzerinde tutundurma karması ve pazarlama iletişimi karmasının etkilerinin de büyük önem arz ettiği görülmektedir. Özellikle bu üründe tüketicilerin tutundurma karmalarından etkilenme düzeyleri iletişim karması ve jenerik markalı ürünlere doğrudan pazarlama vasıtasıyla %3.13 ve %2.78'lik paylara ve toplamda %6'lık net bir etkiye sahiptir (Çizelge 2). Gıda ürünlerinde geleneksel özellik garantisi (TSG)'ne en yakın temel fayda sunan jenerik markalı ürünlerin ulusal ya da uluslararası düzeylerdeki iletişim karmalarının destinasyon üzerinde en etkili araçlar olduğuna işaret eden Chrysochou (2010), Koutroulou ve Tsourgiannis (2011), Goossen (2014), Cacciolatti ve ark. (2015), Topcu (2015), Weber ve ark. (2015) mevcut çalışmanın sonuçlarına benzer bulgular elde etmişlerdir.

Peynir tüketiminde mamul karması bileşenleri dikkate alındığı zaman, temel fayda temini amacıyla satın alma motivasyonu sağlayan faktörlerden beslenmede temel fayda, çocuklarda biyolojik gelişim,

ürün özü ve duyuşal kalite toplamda %16.52'lik paya sahiptir. Diğer taraftan mamul karmasında temel fayda üzerine ilave edilen genişletilmiş mamul fayda yaklaşımı da dikkate alınırsa genişletilmiş mamul imajı, görsel kalite, hedonik kalite, Erzurum orijini ve tüketimden büyük bir haz duyma ile mamulden beklenen fayda düzeyinin toplam varyansı %35 ve toplam içerisindeki payı ise %48'lik bir nispete sahiptir.

Mamul satın alma kararı üzerinde etkili olan dışsal uyarıcılardan sosyal çevre; gerçek ürün imajının yansımalarından genişletilmiş ürün imajı, görsel ve hedonik kalite; AIDA modelini bütünleyen parçalardan iletişim karması etkisi ve jenerik ürünlerde doğrudan pazarlama yaklaşımı faktörleri %22'lik ve toplamda ise %30'luk varyansı temsil etmektedir (Çizelge 2).

### **Erzurum Küflü Peyniri'nin tüketim tercihi ile ilgili kümeleme analizi sonuçları**

Yoğun düzeyde Erzurum Küflü Peyniri kullanıcıları için yerel ürünlere dayalı sürdürülebilir kırsal kalkınmaya katkı sağlayabilmek için PGI etiketli jenerik markalı ve bütünsel kalite algısını dikkate alarak beslenmede sağlık güvencesi ve temel fayda güdüsüyle sağlanacak genişletilmiş mamul imajına dayalı konumlandırma stratejileri uygulanabilir (Çizelge 3).

İlmlı düzeyde Erzurum Küflü Peyniri kullanıcıları; PGI etiketi ile garanti altına alınan gıda güvenliğini devam ettirerek duyuşal kaliteyi koruyan ve geleneksel üretim metotlarını uygulayan yerel markalı gerçek ürün imajına sahip mamul profillerinin satın

alma kararı üzerine odaklanan bir tüketici kitlesidir. Geliştirilen ürün profilinin perakende düzeyinde duyuşal kalite algısı üzerinden konumlandırılması ile yayılım etkisinin artırılacağına ve kırsal kalkınmaya da önemli katkılar sağlanacağına işaret edilmiştir (Çizelge 3).

Düşük düzeyde Erzurum Küflü Peyniri kullanıcıları; sosyal çevre ve iletişim karması etkisi altında sağlıklı diyet ve temel fayda beklentisi ile geleneksel üretim metotlarını uygulayan ve görsel kaliteyi ön plana çıkararak yerel bireysel markalı ürünleri benimseyen bir tüketici kitlesini oluşturmaktadır (Çizelge 3).

### **SONUÇLAR**

Yoğun düzeyde Erzurum Küflü Peyniri tüketen tüketiciler; Erzurum coğrafi işaretli jenerik markalı peynirin temel faydasını dikkate alan, kırsal kalkınmaya katkı vermek isteyen ve aynı zamanda üründen sağlayacağı temel faydaya ve duyuşal kaliteye odaklanmış kitleden oluşmaktadır.

Bu tüketici segmenti için gıda ve sağlık güvenliği ile besin içeriği garantisi sağlayan Erzurum PGI işaretli jenerik markalı gerçek mamul imajı sağlayan ve doğrudan pazarlama yaklaşımlarını hayata geçiren pazarlama taktik ve stratejileri uygulanabilir.

İlmlı düzeyde mevcut peyniri tüketen tüketicilerin tüketim kararlarında; gıda güvenliğine dayalı sağlıklı diyetin garantörü olan PGI ile tescillenmiş Erzurum Küflü Peyniri'nin tüketim memnuniyeti motivasyonu ile mamule ulaşım olanakları üzerine odaklanılmışlardır.

Çizelge 2. Erzurum Küflü Peynir tüketim tercihleriyle ilgili faktörler ve değişken yükleri ile PCA sonuçları

Faktör yorumları ve değişkenler	Faktör ve değişken yükleri*															
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16
<b>YEREL ÜRÜNLERE DAYALI SÜRDÜRÜLEBİLİR KIRSAL KALKINMA (F1)</b>																
Kırsal kalkınmaya katkı sağlamak	<b>0.913</b>	0.041	-0.002	0.093	0.045	0.099	0.030	0.049	0.044	0.024	0.016	0.024	-0.065	-0.048	0.011	0.057
Bölgesel istihdama katkı sağlamak	<b>0.911</b>	0.033	0.026	0.102	0.048	-0.038	0.047	0.005	0.003	0.051	-0.022	0.045	0.108	0.006	0.069	0.050
Kırsal göçün engellenmesine katkı sağlamak	<b>0.909</b>	0.083	0.039	0.070	0.076	0.138	0.047	0.050	0.037	0.050	-0.005	-0.021	-0.032	-0.062	0.006	0.057
İşletmelerin faaliyetini sürekli kılmak	<b>0.906</b>	0.013	0.052	0.138	0.058	0.057	0.058	0.064	0.010	-0.006	-0.024	-0.016	-0.090	-0.032	0.020	0.051
Arz stabilizesini devam ettirmek	<b>0.901</b>	0.060	0.056	0.066	0.019	0.131	0.068	0.028	0.037	0.034	-0.008	-0.053	-0.031	-0.070	-0.005	0.055
Bölgesel kalkınmaya katkı sağlamak	<b>0.900</b>	0.039	0.008	0.101	0.119	-0.035	0.028	0.044	0.022	-0.001	-0.017	0.068	0.086	0.029	0.037	0.049
Çiftçilerin yeterli gelir teminine katkı sağlamak	<b>0.900</b>	0.056	-0.013	0.068	-0.051	0.107	0.016	0.017	0.110	0.013	0.040	-0.020	-0.082	-0.004	0.015	0.072
Bölge ekonomisine katkı sağlamak	<b>0.899</b>	0.030	0.014	0.093	0.080	-0.029	0.040	0.015	-0.013	0.042	-0.056	0.005	0.079	0.011	0.084	0.042
Bölgesel göçün engellenmesine katkı vermek	<b>0.888</b>	0.022	0.010	0.070	0.057	-0.038	0.040	0.030	-0.011	0.041	-0.045	0.030	0.117	0.017	0.054	0.027
Kıt kaynakların etkin kullanıma katkı sağlamak	<b>0.882</b>	0.078	0.042	0.064	0.037	0.088	0.079	0.027	0.104	0.042	0.021	-0.047	-0.015	-0.014	0.040	0.032
Çiftçilere alternatif gelir sağlamak	<b>0.850</b>	0.080	0.025	0.074	-0.017	0.102	0.010	0.015	0.145	0.035	0.076	0.022	-0.060	0.009	0.067	0.009
Genetik kaynakların sürekliliğine sağlamak	<b>0.790</b>	0.089	0.107	0.082	0.055	-0.131	0.047	0.036	-0.052	0.024	0.068	0.106	0.197	-0.005	0.084	0.086
Yerel ürün üretiminde devamlılık sağlamak	<b>0.742</b>	0.028	-0.019	0.088	0.092	-0.031	-0.012	-0.042	-0.076	-0.020	0.040	0.405	0.156	0.041	0.082	0.088
Yerel kaynaklara dayalı ürün olması	<b>0.631</b>	-0.020	-0.062	0.032	0.077	0.018	0.005	-0.037	0.072	-0.065	-0.002	0.467	0.103	0.061	0.149	0.103
Bölge kültürünün bir parçası olması	<b>0.547</b>	0.111	-0.014	0.000	0.052	0.015	-0.009	0.008	-0.025	-0.089	0.039	0.531	0.226	-0.018	0.185	0.118
<b>BESLENMEDE TEMEL FAYDA (F2)</b>																
Protein ihtiyacını karşılamak	0.087	<b>0.885</b>	0.067	0.079	0.080	0.019	0.038	0.056	0.013	0.009	0.017	-0.019	0.037	0.025	-0.006	0.094
Kalsiyum zenginliği	0.044	<b>0.880</b>	0.028	0.112	0.080	0.073	-0.015	0.047	0.020	0.037	0.020	0.029	-0.018	0.011	0.056	0.069
Vitamin katkısı	0.048	<b>0.874</b>	0.113	0.046	0.113	0.095	0.025	0.060	0.019	-0.041	0.006	-0.007	-0.024	0.072	0.032	-0.012
Mineral madde katkısı	0.064	<b>0.818</b>	0.064	0.132	0.040	0.137	0.008	0.092	0.018	-0.050	0.035	-0.059	0.010	-0.011	0.087	0.036
Besin değeri	-0.004	<b>0.699</b>	0.014	0.135	0.126	-0.012	0.085	0.178	0.129	-0.012	0.035	0.081	0.062	0.158	0.084	-0.028
Diş sağlığına katkıda bulunması	0.127	<b>0.595</b>	0.141	0.238	0.120	0.036	0.075	0.451	0.044	0.012	0.044	-0.054	0.096	-0.062	0.037	0.034
Enerji ihtiyacını karşılama	0.141	<b>0.525</b>	0.013	0.201	0.230	-0.005	0.289	0.293	-0.025	-0.102	0.073	0.021	0.052	-0.125	-0.049	0.050
<b>GENİŞLETİLMİŞ MAMUL İMAJİ (F3)</b>																
Ambalaj dizaynı ve albenisi	-0.014	0.055	<b>0.874</b>	0.112	0.036	0.063	0.011	0.001	0.005	0.067	0.093	0.012	-0.040	-0.080	-0.013	-0.032
Ambalaj gramajı	0.017	0.098	<b>0.867</b>	0.074	0.051	0.010	0.009	-0.005	0.030	0.060	-0.031	-0.001	-0.055	-0.038	0.030	-0.007
Ambalajda çevre dostu materyal kullanımı	0.025	0.070	<b>0.847</b>	0.085	0.094	-0.033	-0.051	0.027	0.030	0.091	-0.030	-0.045	0.001	-0.014	0.046	0.035
Ambalajlanmış/etiketlenmiş olması	0.058	0.140	<b>0.763</b>	0.125	0.047	0.172	0.059	-0.029	0.061	0.087	-0.193	0.060	-0.033	0.065	-0.003	-0.086
Bireysel yerel marka olması	0.062	0.004	<b>0.682</b>	0.106	0.052	-0.122	-0.135	-0.016	0.001	0.069	-0.280	-0.024	0.116	0.094	0.048	0.133
Perakendeciye güven	0.087	0.091	<b>0.504</b>	0.088	0.145	-0.158	-0.103	0.224	0.125	-0.137	-0.386	-0.166	0.065	-0.007	0.165	0.255
İmalatçıya güven	0.121	0.194	<b>0.376</b>	0.147	0.153	-0.144	-0.121	0.192	0.149	-0.092	-0.309	-0.253	0.174	0.008	0.092	0.269
<b>SAĞLIKLI DİYET İSTEKLİLİĞİ (F4)</b>																
Düşük kalori sağlaması	0.156	0.129	0.122	<b>0.814</b>	0.007	0.051	-0.012	0.065	0.009	0.074	-0.090	-0.019	0.046	0.025	-0.022	0.076
Kolesterol oranının düşük olması	0.171	0.128	0.082	<b>0.747</b>	0.083	0.070	0.086	-0.070	0.065	0.023	0.034	0.175	-0.092	0.040	0.060	-0.038
Kolay sindirilebilir olması	0.133	0.225	0.077	<b>0.711</b>	0.080	-0.078	0.082	-0.078	0.130	0.114	-0.100	0.198	-0.024	0.078	0.006	0.004
Laktöz oranının çok düşük olması	0.189	0.051	0.044	<b>0.690</b>	0.037	0.084	0.036	0.311	0.002	0.003	0.081	0.010	-0.078	-0.014	0.183	0.017

Yağ (lipit) oranının düşük olması	0.160	0.239	0.139	<b>0.669</b>	0.082	0.015	-0.024	0.124	-0.082	0.108	-0.061	-0.094	0.061	-0.111	0.003	0.154
Diyet ürün olarak kullanımı	0.172	0.092	0.234	<b>0.608</b>	-0.014	0.080	-0.045	0.038	-0.066	0.170	-0.022	-0.251	0.012	-0.164	0.011	0.183
<b>GIDA GÜVENLİĞİ VE HİJYEN (F5)</b>																
İmalat ve depolama aşamasında hijyen	0.144	0.296	0.135	0.072	<b>0.861</b>	0.022	-0.001	0.060	0.101	0.076	0.022	0.004	-0.002	0.094	-0.060	0.032
Sut sağımı ve toplama aşamasında hijyen	0.152	0.239	0.092	0.069	<b>0.846</b>	0.087	-0.009	0.035	0.110	0.059	-0.034	0.003	-0.009	0.004	-0.030	0.053
Pazarlama ve satış aşamasında hijyen	0.153	0.265	0.115	0.085	<b>0.823</b>	0.044	0.033	0.026	0.121	-0.005	0.001	0.039	0.075	0.012	-0.023	-0.050
Gıda güvenliği	0.096	0.072	0.051	0.358	<b>0.595</b>	-0.015	-0.007	0.026	0.213	0.196	-0.121	0.056	-0.007	0.047	0.015	0.143
<b>GÖRSEL KALİTE (F6)</b>																
Özgün görünüm ve kıvam	0.063	0.096	0.071	0.021	0.056	<b>0.722</b>	-0.114	-0.006	0.024	0.012	0.038	0.167	0.060	0.200	0.040	-0.013
Lifli bir yapıda olması	0.062	0.194	0.032	0.091	0.050	<b>0.674</b>	0.045	-0.016	0.215	-0.101	-0.052	-0.010	0.063	0.087	0.132	0.019
Olgunlaşmış (yeşil/küflü) olması	0.064	0.062	-0.210	0.035	-0.146	<b>0.475</b>	0.168	-0.004	-0.049	-0.152	-0.067	-0.015	0.045	0.213	0.103	0.341
<b>İLETİŞİM KARMASI ETKİSİ (F7)</b>																
İndirimler ve promosyon uygulaması	0.079	0.109	-0.074	0.036	0.007	0.035	<b>0.844</b>	0.078	0.126	-0.012	0.009	0.042	0.068	-0.009	0.002	0.063
Fiyat	0.103	0.053	-0.156	-0.059	0.031	0.002	<b>0.715</b>	0.126	0.074	-0.130	0.007	0.128	-0.152	-0.062	0.029	0.217
Reklam ve tanıtım	0.213	-0.011	0.229	0.211	-0.009	-0.028	<b>0.590</b>	0.031	-0.006	0.027	-0.051	-0.268	0.123	0.053	0.191	-0.071
<b>ÇOCUKLARDA BİYOLOJİK GELİŞİM (F8)</b>																
Çocukların kemik gelişimine katkısı	0.069	0.270	-0.003	0.127	0.054	-0.034	0.134	<b>0.851</b>	0.063	0.146	0.038	0.034	-0.014	-0.001	0.058	-0.010
Çocuklardaki fiziksel ve zihinsel gelişime katkı	0.093	0.293	0.009	0.058	0.019	0.029	0.065	<b>0.839</b>	-0.011	0.136	0.023	0.000	-0.042	-0.019	-0.006	0.033
<b>HEDONİK KALİTE (F9)</b>																
Kalitede istikrar	0.099	0.195	0.008	-0.020	0.113	0.046	0.048	0.060	<b>0.807</b>	-0.044	0.065	-0.014	0.114	0.016	0.085	0.043
Fiyat-kalite ilişkisi	0.103	0.077	0.106	0.058	0.175	0.084	0.129	0.006	<b>0.753</b>	-0.060	0.088	-0.006	0.053	-0.031	-0.074	0.064
Satış noktası	0.133	0.130	0.302	0.031	-0.008	0.122	0.213	-0.030	<b>0.351</b>	0.199	-0.120	0.102	0.223	0.208	-0.322	-0.031
<b>PEYİNİRDE KÜF ENDİŞESİ (F10)</b>																
Zararlı küf oluşma endişesi	0.094	0.001	0.172	0.184	0.087	-0.016	-0.083	0.123	-0.045	<b>0.832</b>	0.062	-0.071	-0.100	-0.019	0.141	0.037
Küflenmede kanserojen madde endişesi	0.074	0.026	0.179	0.219	0.057	-0.092	-0.039	0.163	-0.049	<b>0.804</b>	0.081	-0.036	-0.066	-0.101	0.146	0.005
<b>JENERİK MARKALI (JMRK) ÜRÜNLERDE DOĞRUDAN PAZARLAMA (F11)</b>																
Üretici çiftçiye güven	-0.086	0.066	-0.113	-0.091	0.074	0.061	-0.039	0.040	0.096	-0.029	<b>0.789</b>	-0.023	0.015	0.060	-0.043	0.041
Üretim bölgesi ve doğal çevreyi ziyaret	0.191	0.025	-0.175	0.025	-0.056	-0.029	-0.016	0.064	0.028	0.102	<b>0.738</b>	0.079	0.071	0.052	-0.057	0.024
Kolay bulunabilmesi ve ulaşım kolaylığı	0.331	0.124	0.163	0.175	0.059	0.081	0.083	0.091	0.032	0.158	<b>0.663</b>	-0.076	0.011	-0.034	-0.064	0.023
Yerel ürünlerde jenerik marka avantajları	0.057	0.078	-0.294	-0.082	-0.096	0.001	0.318	-0.040	0.175	0.237	<b>0.402</b>	-0.241	0.245	0.060	-0.111	0.002
<b>ERZURUM ORJİNİ (F12)</b>																
Erzurum orijini tescilli	0.422	0.035	0.000	0.124	-0.056	0.056	-0.004	0.063	-0.048	-0.176	0.085	<b>0.712</b>	0.200	-0.005	-0.028	0.087
Organik şartları haiz olma	0.099	0.331	0.104	0.077	0.185	0.097	-0.057	-0.080	0.324	0.124	-0.013	<b>0.499</b>	0.047	0.119	-0.064	0.045
<b>TÜKETİM MEMNUNİYETİ (F13)</b>																
Tüketimden büyük bir haz duyma	0.035	0.071	0.022	-0.104	-0.018	0.216	-0.018	-0.089	0.003	-0.154	0.049	0.093	<b>0.731</b>	0.099	0.057	-0.104
Önceki deneyim ve tecrübeler	0.158	0.028	0.004	0.046	0.092	0.033	0.019	0.041	0.276	-0.030	0.100	0.064	<b>0.707</b>	0.047	0.100	0.231
Aalışkanlıklar	0.188	0.003	-0.136	-0.027	0.011	0.385	0.077	0.075	0.014	0.073	-0.109	0.400	<b>0.480</b>	0.015	-0.131	-0.063
<b>DUYUSAL KALİTE (F14)</b>																
Özgün tat ve lezzet	-0.033	0.085	-0.023	-0.011	0.000	0.105	0.000	-0.007	-0.033	-0.072	0.036	-0.026	0.040	<b>0.882</b>	-0.044	0.085
Özgün aroma	-0.061	0.085	0.014	-0.044	0.087	0.120	-0.030	-0.027	0.052	-0.014	0.080	0.042	0.079	<b>0.837</b>	0.037	-0.045



Özgün koku	0.121	0.002	0.051	0.052	0.120	-0.103	0.028	0.036	-0.005	0.048	0.151	-0.085	0.186	<b>0.638</b>	-0.058	0.218	
<b>SOSYAL ÇEVRE (F15)</b>																	
Sosyal çevre ve referans gruplarının etkisi	0.275	0.127	0.082	0.107	-0.059	0.073	0.050	0.061	0.010	0.158	-0.098	0.014	0.067	0.030	<b>0.832</b>	-0.027	
Sosyal statü ve sınıf etkisi	0.294	0.125	0.102	0.082	-0.066	0.115	0.114	0.008	-0.005	0.161	-0.105	0.052	0.064	-0.023	<b>0.791</b>	0.025	
<b>ÜRÜN ÖZÜ (F16)</b>																	
Erzurum Çivil Peynirinden üretilmesi (imal)	0.219	0.073	0.082	0.125	0.033	0.164	0.075	-0.056	0.201	-0.069	0.016	0.280	0.143	0.102	-0.011	<b>0.541</b>	
Lor (peynir altı suyu çökeltisi) ihtiva etmesi	0.162	0.162	-0.094	0.074	-0.101	0.328	0.292	-0.118	-0.179	-0.061	0.018	0.015	-0.112	0.064	0.177	<b>0.441</b>	
Uzun süre muhafaza (raf ömrü) olanağı	0.331	0.171	-0.098	0.078	0.069	0.163	0.162	0.088	0.156	0.063	0.067	0.299	-0.040	-0.081	-0.052	<b>0.423</b>	
<b>Eigenvalues</b>	<b>11.946</b>	<b>5.638</b>	<b>4.422</b>	<b>3.672</b>	<b>2.718</b>	<b>2.340</b>	<b>2.158</b>	<b>2.150</b>	<b>1.987</b>	<b>1.920</b>	<b>1.919</b>	<b>1.881</b>	<b>1.879</b>	<b>1.854</b>	<b>1.843</b>	<b>1.766</b>	
<b>Açıklanan varyansların payı (%)</b>	<b>17.305</b>	<b>8.172</b>	<b>6.409</b>	<b>5.322</b>	<b>3.940</b>	<b>3.391</b>	<b>3.127</b>	<b>3.116</b>	<b>2.880</b>	<b>2.783</b>	<b>2.781</b>	<b>2.726</b>	<b>2.723</b>	<b>2.668</b>	<b>2.671</b>	<b>2.559</b>	
<b>Varyansların kümülatif payı (%)</b>	<b>17.31</b>	<b>25.78</b>	<b>31.89</b>	<b>37.21</b>	<b>41.15</b>	<b>44.52</b>	<b>47.67</b>	<b>50.78</b>	<b>53.66</b>	<b>56.44</b>	<b>59.23</b>	<b>61.95</b>	<b>64.67</b>	<b>67.36</b>	<b>70.03</b>	<b>72.59</b>	
<b>KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) istatistiği</b>																<b>0.885</b>	
<b>Bartlett's test of Sphericity</b>																	<b>[Chi-square (<math>\lambda^2_{df}</math>: 2346): 21108.968] (p:0.000)</b>

Çizelge 3. Erzurum Küflü Peyniri tüketim tercih faktörlerinin her bir kümedeki küme merkez skorları ve örnek sayıları

Temel faktörler	Kümelere					
	Yoğun kullanıcılar		Orta düzeyde kullanıcılar		Düşük düzeyde kullanıcılar	
	$\bar{x}$	<i>p</i>	$\bar{x}$	<i>p</i>	$\bar{x}$	<i>p</i>
Sürdürülebilir kırsal kalkınma (F1)	<b>0.04</b>	<i>0.00*</i>	<b>0.05</b>	<i>0.00*</i>	-0.15	<i>0.00*</i>
Beslenmede temel fayda (F2)	<b>0.15</b>	<i>0.01*</i>	-0.05	<i>0.01*</i>	-0.11	<i>0.01*</i>
Genişletilmiş mamul imajı (F3)	-0.25	<i>0.02**</i>	<b>0.16</b>	<i>0.02**</i>	<b>0.13</b>	<i>0.02**</i>
Sağlıklı diyet istekliliği (F4)	-0.14	<i>0.01*</i>	<b>0.12</b>	<i>0.01*</i>	<b>0.01</b>	<i>0.01*</i>
Gıda güvenliği ve hijyen (F5)	<b>0.04</b>	<i>0.01*</i>	<b>0.07</b>	<i>0.01*</i>	-0.17	<i>0.01*</i>
Görsel kalite (F6)	-0.10	<i>0.00*</i>	-0.04	<i>0.00*</i>	<b>0.13</b>	<i>0.00*</i>
İletişim karması etkisi (F7)	-0.13	<i>0.01*</i>	-0.05	<i>0.01*</i>	<b>0.13</b>	<i>0.01*</i>
Çocuklarda biyolojik gelişimi (F8)	0.03	<i>0.00*</i>	<b>0.06</b>	<i>0.00*</i>	-0.14	<i>0.00*</i>
Hedonik kalite (F9)	-0.02	<i>0.01*</i>	<b>0.12</b>	<i>0.01*</i>	-0.21	<i>0.01*</i>
Peynirde küf endişesi (F10)	-0.21	<i>0.01*</i>	<b>0.16</b>	<i>0.01*</i>	<b>0.10</b>	<i>0.01*</i>
JMRK ürünlerde direkt pazarlama (F11)	<b>0.18</b>	<i>0.01*</i>	-0.15	<i>0.01*</i>	-0.03	<i>0.01*</i>
Erzurum orijini (F12)	<b>0.21</b>	<i>0.00*</i>	<b>0.03</b>	<i>0.00*</i>	-0.26	<i>0.00*</i>
Tüketim memnuniyeti (F13)	<b>0.05</b>	<i>0.00*</i>	-0.02	<i>0.00*</i>	-0.06	<i>0.00*</i>
Duyusal kalite (F14)	<b>0.04</b>	<i>0.00*</i>	<b>0.07</b>	<i>0.00*</i>	0.01	<i>0.00*</i>
Sosyal çevre (F15)	-0.08	<i>0.00*</i>	-0.03	<i>0.00*</i>	<b>0.04</b>	<i>0.00*</i>
Ürün özü (F16)	<b>0.03</b>	<i>0.00*</i>	-0.01	<i>0.00*</i>	-0.02	<i>0.00*</i>
<b>Her bir kümedeki popülasyon sayısı (n)</b>	<b>145</b>		<b>157</b>		<b>99</b>	
<b>Her bir kümedeki popülasyon oranı (%)</b>	<b>36</b>		<b>39</b>		<b>25</b>	

Bu tüketici kitlesi için mamulün temel niteliklerini ve gıda güvenliğini garanti altına almış PGI etiket tescilli yerel bireysel markalı mamullerin dizaynı/geliştirilmesi ile genişletilmiş ürün imajına yönelik bütünsel pazarlama stratejileri harekete geçirilebilir.

Düşük düzeyde Erzurum Küflü Peyniri tüketenler; sosyal çevre ve iletişim karmasının etkisi altında görsel kalite ve mamul imajı karar değişkenlerine bağlı olarak satın alma ve tüketme kararları veren bir tüketici kitlesidir.

Bu tüketici kitlesi için görsel kalitesi yüksek ve iletişim karması ile farkındalığı artırılmış yerel markalı genişletilmiş mamul imajlarına yönelik bütünsel pazarlama taktik ve stratejileri sunulabilir.

## TEŞEKKÜR

BAP-2014/116 kodlu kapsamlı araştırma projesinden türetilen bu çalışmayı, finansal olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu'na teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Adanacioğlu H, Albayram Z 2012. A Conjoint Analysis of Consumer Preferences for Traditional Cheeses in Turkey: A Case Study on Tulum Cheese. Korean Journal of Food Science Analyze, 32 (4): 458-466.

Addor F, Grazioli A 1997. Geographical Indications beyond Wines and Spirits. The Journal of World Intellectual Property, 5: 6-11.

Almli VG, Qvrum A, Hersleth M, Almøy T, Naes T 2015. Investigating Individual Preferences in Rating and Ranking Conjoint Experiments. A Case Study on Semi-hard Cheese. Food Quality and Preference, 39: 28-39.

Altuntaş A, Gülçubuk B 2014. Yerel Kalkınmada Yaygınlaşan bir Araç Olarak Geleneksel Gıdalar ve Geleneksel Gıda Mevzuatının Yaygınlaştırılabilirliği. GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31 (3): 73-81.

Anonim 2015. Coğrafi işaretli ürün stratejileri. <http://www.gidahatti.com>, (Erişim tarihi: 15.03.2016).

Anonim 2016. Erzurum Büyük Şehir Belediyesi Hanehalkı Verileri, 2016, Erzurum.

Aprile MC, Caputo V, Nayga RM 2016. Consumers' Preferences and Attitudes toward Local Food Products. Journal of Food Products Marketing, 22 (1): 19-42.

Barnes RN, Bosworth RC, Bailey D, Curtis KR 2014. Connecting Sensory Quality Characteristic and Local Designations to Willingness to Pay for Cheese at the Retail Levels. International Food and Agribusiness Management Review, 17(3): 12-25.

Batra R, Ramaswamy V, Alden DL, Steenkamp JEM, Ramachander S. 2010. Effects of Brand Local and Nonlocal Origin on Consumer Attitudes in Developing Countries. Journal of Consumer Psychology, 9 (2): 83-95.

- Cadena RS, Bolini HMA 2011. Time-intensity Analysis and Acceptance Test for Traditional and Light Vanilla Ice Cream. *Food Research International*, 44 (2011): 677-683.
- Braghieri A, Girolami A, Riviezzi A, Piazzolla N, Napolitano F 2014. Liking of Traditional Cheese and Consumer Willingness to Pay. *Italian Journal of Animal Science*, 13 (1): 3018-3029.
- Cacciolatti LA, Garcia CC, Kalantzakis M 2015. Traditional Food Products: The Effect of Consumers' Characteristics, Product Knowledge, and Perceived Value on Actual Purchase. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing*, 27 (3): 155-176.
- CDIC 2015. Global Cheese Consumption in North and Central Amerika. Canadian Dairy Information Center. <http://www.dairyinfo.gc.ca>, (Access data: 20.03.2017).
- Chiciudean G, Chiciudean G 2013. Consumer Segmentation by Attributes Considered During the Buying Decision-Making Process for Cheese. *Bulletin UASVM Horticulture*, 70 (2): 287-292.
- Chrysouchou P 2010. Food Health Branding: The Role of Marketing Mix Elements and Public Discourse in Conveying a Healthy Brand Image. *Journal of Marketing Communications*, 16 (1-2): 69-85.
- Darby K, Batte MT, Ernst S, Roe B 2008. Decomposing Local: A Conjoint Analysis of Locally Produced Foods. *American Journal of Agricultural Economics*, 90 (2): 476-486.
- Darby K, Batte MT, Roe B 2006. Willingness to Pay for Locally Produced Foods: A Customer Intercept Study of Direct Market and Grocery Store Shoppers. *American Agricultural Economics Association, Annual Meeting, California, June 2006*, pp. 23-26.
- FAOSTAT 2017. Download and visualize data of livestock processed and primary product production. <http://www.fao.org/faostat>, (Access data: 10.03.2017).
- Goosen C 2014. Consumer Acceptance of Cheddar Cheese: Intrinsic, Extrinsic and Socio-demographic Influences. Stellenbosch Univ. Faculty of Agrisciences Agricultural Management, Master Thesis, South Africa.
- Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE 2010. *Multivariate Data Analysis (7th Edition)*, 816 pp., ISBN-13: 9780138132637, USA.
- Jekanowski MD, Williams DR, Schiek WA 2000. Consumer's Willingness to Purchase Locally Produced Agricultural Products: An Analysis of Indiana Survey. *Agricultural and Resource Economics Review*, 29 (8): 43-53.
- Kalaycı S 2009. *SPSS Applications, Multi-variables Statistics Techniques*, (5th edition), 273 pp., Asil Publish, ISBN 975-9091-14-3, Ankara.
- Kamber U 2007. The Traditional Cheeses of Turkey: The Aegean Region. *Food Reviews International*, 24 (1): 39-61.
- Kan M, Gülçubuk B 2008. Kırsal Ekonominin Canlanmasında ve Yerel Sahiplenmede Coğrafi İşaretler. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 57-66.
- Kan M, Gülçubuk B, Küçükçongar M 2012. Coğrafi İşaretlerin Kırsal Turizmde Kullanılma Olanakları. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6 (2): 52-64.
- Kotler P, Armstrong G 2004. *Principles of Marketing*, (10th Edition). Canada: R Donnelley-Willaard.
- Kergoat M, Giboreau A, Nicod H, Faye P, Diaz E, Beetschen MA, Gerritsen N, Mayer T 2010. Psychographic Measures and Sensory Consumer Test: When Emotional Experience and Feeling-based Judgments Account for Preferences. *Food Quality and Preference*, 21: 178-187.
- Koutroullou A, Tsourgiannis L 2011. Factors Affecting Consumers' Purchasing Behaviour towards Local Foods in Greece: The Case of the Prefecture of Xanthi. *Scientific Bulletin-Economic Science*, 10 (2): 34-47.
- Lobb AE, Mazzocchi M 2007. Domestically Produced Food: Consumer Perceptions of Origin, Safety and the Issue of Trust. *Food Economics-Acta Agriculture Scand C*, 4: 3-12.
- MacRae R, Gallant E, Patel S, Michalak M, Bunch M, Schaffner S 2010. Could Toronto Provide of its Fresh Vegetable Requirements from within its Own Boundaries? Matching Consumption Requirements with Growing Spaces. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*, 4 (2): 45-60.
- Magistris T, Gracia A 2016. Consumers' Willingness to Pay for Light, Organic and PDO Cheese. *British Food Journal*, 118 (3): 560-571.
- Matic A, Kalit S, Salajpal K, Ivankovic S, Saric Z 2014. Consumers' Preferences and Composition of Livanjski Cheese in Relation to its Sensory Characteristics: Livanjski Cheese. *Mljekarstvo*, 64 (3): 170-177.
- Menapace L, Moschini G 2012. Quality Certification by Geographical Indication, Trademarks and Firm Reputation. *European Review of Agricultural Economics*, 39 (4): 539-566.
- Nellemann C, Arendal G 2009. The Environmental Food Crisis: The Environment's Role in Averting Future Food Crises: A Unep Rapid Response Assessment. *UNEP*, 12: 1-10.
- Orhan A 2010. Yerel Değerlerin Turizm Ürününe Dönüştürülmesinde Coğrafi İşaretlerin Kullanımı: İzmir Pişmaniyesi Örneği. *Anatolia: Turizm Araştırma Dergisi*, 21(2): 243-254.
- Pinto VRA, Melo LF, Balbino DF, Novaes JF, Negrete MC, Sousa TD 2016. The Evaluation of Consumer Behavior Influence on the Buying Process of Dairy Products in Minas Gerais State, Brazil. *Journal of Food and Nutrition Research*, 4 (1): 51-59.
- Sajiki T, Sawauchi D, Tokoro S, Iwamoto H, Nakatani T, Yamamoto Y 2009. Influencing Factors of Japanese Consumer Purchasing Decisions for Locally Produced

- Agricultural Products. Journal of Research Faculty of Agriculture-Hokkaido University, 73 (1): 1-8.
- Sengul M, Gurses M, Dervisoglu M, Yazici F 2006. A Survey on the Some Chemical and Biochemical Properties of Civil Cheese, a Traditional Turkish Cheese. International Journal of Food Properties, 9 (4): 791-801.
- SPSS Base 20.0. 2016. SPSS Base 15 User's Guide. Chicago, IL., 161-184 pp.
- Sriwaranun Y, Gan C, Lee M, Cohen DA 2015. Consumers' Willingness to Pay for Organic Products in Thailand. International Journal of Social Economics, 42 (5): 480-510.
- TEPGE 2017. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü. <http://www.tepge.gov.tr>, (Erişim tarihi: 03.03.2017).
- Topcu Y 2015. Turkish Consumer Decisions Affecting Ice Cream Consumption. Italian Journal of Food Science, 27 (2): 1-11.
- Topcu Y 2012. Toplumsal Pazarlama Yaklaşımı ile Kırsal Kalkınmada Yerel Ürünlerin Etkileri: Erzurum Civil Peyniri Örneği. X. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 5-7 Eylül 2012, Konya.
- Topcu Y 2012a. Tarımsal Ürünlerin Pazarlanması (Basılmamış ders notları). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum.
- Topcu Y 2012b. The Integrated Marketing Approach as a Rural Development Tool. (Rural Development-Contemporary Issue and practices, InTech-Open Access Publisher: Ed. R.S. Adisa) 257-280 pp.
- TPE 2017. Coğrafi İşaretili Ürünler. <http://www.tpe.gov.tr>, (Erişim tarihi: 20.03. 2017).
- Uzundumlu AS, Topcu Y 2016. Determining Turkish Consumers' Consumption Satisfaction with Erzurum Civil Cheese. British Food Journal, 118 (4): 896-914.
- Vandermersch M, Mathijs E 2004. Consumer Willingness to Pay for Domestic Milk. Working Paper 91, Centre for Agricultural and Food Economics-Katholieke University, 12-15 September, Leuven.
- Vanhonacker F, Lengard V, Hersleth M, Verbeke W 2010. Profiling European Traditional Food Consumers. British Food Journal, 112 (8): 871-886.
- Weber MJ, Lambert JT, Canrad KA, Jenninmgs SS 2015. Consumer Ethnocentrism and Tendencies to Protect Wisconsin-Made Cheese Products. International Academy of Marketing Studies Journal, 19 (3): 149-168.



## Sığırcılık İşletmelerinde Hayvan Sağlığı, Veteriner Sağlık Hizmetleri ve Yetiştirici Memnuniyeti ve Beklentileri: Erzurum İli Narman İlçesi Örneği

Rıdvan KOÇYİĞİT<sup>1</sup>, Mete YANAR<sup>1</sup>, Recep AYDIN<sup>1</sup>, Abdulkerim DİLER<sup>2</sup>, Oktay GÜLER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, <sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Erzurum Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, <sup>3</sup>Atatürk Üniversitesi, Hıms Meslek Yüksekokulu, Laborant ve Veteriner Sağlık Bölümü  
✉ : mtyanar@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışma, Erzurum ili Narman İlçesi'ndeki sığırcılık işletmelerinin hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri ve yetiştirici memnuniyeti ve beklentilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bunun için, Narman ilçesinde bulunan 208 sığırcılık işletmesinde işletme sahipleriyle yüz yüze yapılan anket çalışması sonucu veriler elde edilmiş ve elde edilen veriler analize tabi tutulmuştur. İlçedeki sığır yetiştiricilerinin % 59.1'i gebe ineklere septisemi aşısını yaptırırken, % 63.9'u yeni doğan buzağılara septisemi serumu yaptırmaktadır. Yetiştiricilerin % 26.6'ı da doğum sonrası buzağılara göbek bakımı yaptırmaktadır, hayvanlarda en sık karşılaşılan sağlık problemlerinin başında % 36.4 ile ayak-tırnak problemlerinin geldiği tespit edilmiştir. Düzenli olarak veteriner hekimlik hizmetinden yararlanan işletmelerin oranı % 7.7 olup, bu hizmetin % 71.7'si serbest veteriner hekimlerden alınmıştır. Ayrıca işletmecilerin % 68.3'ünün sığır yetiştiriciliğinden memnun olduğu ve işletmecilerin % 61.5'inin hayvancılığı geçimini sağlamak için yaptığı belirlenmiştir. İşletmelerin en önemli problemleri hastalık (% 25.7) ve yüksek yem fiyatlarıdır (% 22.6). İşletmelerin % 19.9'unun tarımsal kredi kullandığı ve tarımsal kredi kullanan işletmelerin % 53.7'sinin bu kredileri bankalardan aldıkları ifade edilmiştir. Sonuç olarak hayvan sağlığı ve veteriner hekimlik hizmetleri düzenli olarak sağlanmalıdır. Bunun yanında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının bu konuda yetiştiricilere destek olmasının faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

DOI:10.18016/ksudobil.303021

### Makale Tarihçesi

Geliş : 30.03.2017

Kabul : 30.04.2017

### Anahtar Kelimeler

Erzurum,  
Narman İlçesi,  
Sığırcılık işletmesi,  
Hayvan sağlığı,  
Veterinerlik hizmeti

### Araştırma Makalesi

## Animal Health, Veterinarian Health Services and Expectation and Satisfaction of Cattle Breeders in Cattle Enterprises: A Sample of Narman County of Erzurum Province

### ABSTRACT

This study was carried out to investigate animal health, veterinary health service, expectation and satisfaction of the cattle breeders in the cattle enterprises in Narman County of Erzurum Province. For this purpose, data were obtained from 208 cattle enterprises in Narman County via face to face survey study with owners of the enterprises, and the data were analyzed. While 59.1 % of the cattle breeders in the county vaccinated their pregnant cows with septicemia vaccine, 63.9 % of them used calf septicemia serum for new born calves. It was found out that 26.6 % of the breeders performed umbilical cord care after birth, the most faced problem by the cattle breeders was foot and toe problem with 36.4 %. It was indicated that percentage of the enterprises receiving regular veterinary service was 7.7 % and the services were mostly received from private veterinarians. Furthermore 68.3 % of the cattle breeders were satisfied from cattle raising and cattle farming was main source of income of the 61.5 % of them. The most important problems in the enterprises were diseases (25.7 %) and high feed

### Article History

Received: 30.03.2017

Accepted: 30.04.2017

### Keywords

Erzurum,  
Narman County,  
Cattle Enterprise,  
Animal Health,  
Veterinary Service

### Research Article

prices (22.6 %). It was also indicated that 19.9 % of the enterprises used agricultural credits and 53.7 % of them obtained the credit from banks. It was concluded that animal health and veterinary services have to be provided effectively and regularly. In addition, it would be useful for Ministry of Food, Agriculture and Livestock to provide supports to the breeder in this subject.

**To Cited** :Koçyiğit R, Yanar M, Aydın R, Diler A, Güler O 2018. Sığırcılık İşletmelerinde Hayvan Sağlığı, Veteriner Sağlık Hizmetleri ve Yetiştirici Memnuniyeti ve Beklentileri: Erzurum İli Narman İlçesi Örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):203-208, DOI:10.18016/ksudobil.303021.

## GİRİŞ

Hayvancılık işletmelerinin günümüzde gelişen ve değişen teknolojilere ayak uydurması hem işletmelerin üretimine ve hem de karlılığına büyük ölçüde etki etmektedir. Sığırcılık işletmelerinde uygun bakım ve idarenin yanında hayvan sağlığı ve veteriner hekimlik hizmetleri önemli giderler arasında sayılabilmektedir. Hastalıkların var olduğu, gerekli sağlık ve veteriner hizmetlerinin yapılmadığı bir işletme gerçek anlamda karlılığa geçemeyeceği gibi kaliteli ürün veya üretimde yapamayacaktır. Sığırcılık işletmelerinde hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri ve yetiştirici memnuniyeti ile ilgili ülkemizde (Şeker ve ark., 2012; Özyürek ve ark., 2014; Koçyiğit ve ark., 2016; Köseman ve Şeker, 2016; ve dünyada (Heinrichs ve ark., 1987; Duguma ve ark., 2012) yapılan mevcut çalışmalarda üretimin artırılması ve hayvan sağlığının önemi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Erzurum ili Narman ilçesinde sığırcılık işletmelerinde bu konu ile ilgili yapılan bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmada, Erzurum ili Narman İlçesi'nde mevcut sığırcılık işletmelerinde hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri ile ilgili uygulamaların ve yetiştirici memnuniyeti ile beklentilerin neler olduğunu ortaya koymak amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Türkiye 2016 yılı istatistiklerine göre 14.080.155 baş sığır varlığına sahip olup bunun % 46.8'i kültür, % 40.9' ü melez ve % 12.3'ü ise yerli sığırlardan oluşmaktadır. Erzurum ili sığır varlığı bakımından Türkiye'deki toplam sığır varlığının % 4.6' sını teşkil etmektedir. İlin sığır genotip oranlarına bakıldığında % 77.7'si melez, % 14.7'si kültür ve % 7.6'sını yerli genotipler oluşturmaktadır. Erzurum ili Narman ilçesindeki sığırcılık işletmeleri genel itibariyle küçük aile işletmeleri şeklinde olup toplamda 29.479 baş sığır varlığına sahip olup bunun % 73.1'i melez sığır , % 20.7'si kültür ve % 6.2'sini yerli ırklar oluşturmaktadır (TÜİK, 2016 ).

Bu çalışmanın materyalini Erzurum ili Narman İlçesi ve köylerinde bulunan 2033 adet sığırcılık işletmesinden rastgele seçilmiş 208 adet sığırcılık işletmesine uygulanan anketler oluşturmuştur. Seçilen örnek sayısı tüm popülasyonun %10.23'ünü temsil etmektedir. Bu tür hesaplamalarda örnek

hacminin en az % 3'ü (Yamane, 2006) veya % 10'unun (Cochran, 1977) alınması yeterli olacağı ifade edilmiştir. Anket çalışması, 2015 yılı Kasım-Aralık aylarında ve işletme sahipleriyle bire bir görüşülerek yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 13.0 istatistik paket programında sayısal ve frekans analizi yapılarak değerlendirilmiştir (SPSS, 2004). Araştırmada elde edilen sonuçlara uygun çizelgeler oluşturularak gerekli yorumlar yapılmıştır. Bu çizelgelerde, yetiştiriciler bazı sorulara cevap vermedikleri ve bazı sorulara ise birden fazla cevap verdikleri için "n" sayıları değişebilmektedir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Narman ilçesinde sığırlarda sağlık korumaya yönelik uygulamalar Çizelge 1'de sunulmuştur. Yetiştiricilerin %59.1'i gebe ineklere septisemi aşısı, % 63.9'u da buzağılara doğum sonrası septisemi serumunu yaptırdığı tespit edilmiştir.

Erzurum ili Hınıs ilçesinde gebe ineklere septisemi aşısını yaptıran işletmelerin oranı % 36.0, buzağılara septisemi serumunu yaptıranların işletmelerin oranı ise % 34.0 olarak bildirilmiştir (Koçyiğit ve ark., 2016). Ünal ve ark. (2013) Niğde İli'nde yetiştiricilerin % 50.5'inin gebe ineklere septisemi aşısını yaptırdığı, % 44.9'unun ise buzağılara septisemi serumu yaptırdığı belirlenmiştir. Mevcut araştırma sonuçları bu araştırma bulgularından yüksek bulunmuştur. Ancak, Türkiye'de buzağı kayıpları yüksek oranda olduğundan septisemi aşısını gebe ineklere ve serumunu da buzağılara yaptırmayan işletmelerin bu konuda bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yetiştiricilerin % 26.6'sı doğumdan sonra buzağuların göbek bakımını yaptığını beyan etmişlerdir (Çizelge 1). Göbek bakımı ile ilgili uygulamalara bakıldığında Erzurum ili Hınıs ilçesindeki yetiştiricilerin % 45.0'inin bu uygulamayı gerçekleştirdiği, % 55.0'inin ise gerçekleştirmediği bildirilmiştir (Koçyiğit ve ark., 2016). Özyürek ve ark. (2014) Erzincan ili Çayırlı ilçesi'nde yaptıkları çalışmada, doğumdan sonra göbek kordonu bakımını yapan işletmelerin oranının % 85.7 olduğunu bildirmiştir. Yine Ünal ve ark. (2013)'nin Niğde İli'nde yaptıkları çalışmada ise buzağılara doğumdan sonra göbek bakımı yapan işletmelerin % 72.9 olduğu ifade edilmiştir. Yeni doğan

canlılarda en önemli enfeksiyon kaynağı olan göbek kordonu ihmal edilmeksizin iyotlu bir dezenfektan ile mutlaka temizlenmelidir. Araştırma sonuçları, sağlık koruma bakımından ilçede ihmal veya bilgisizliğin önemli düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, Narman ilçesindeki yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi ve buzağılara göbek bakımı alışkanlığının kazandırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 1. Gebe ineklere ve buzağılara septisemi aşısı yaptırma ve buzağılara doğumundan sonra göbek bakımı yapma durumu ve hayvanlarda en çok görülen problemler

<b>Gebe ineklere septisemi aşısı yaptırma durumu</b>		
	<b>İşletmeler (Frekans)</b>	<b>Oran (%)</b>
Yaptırıyor	123	59.1
Yaptırmıyor	85	40.9
<b>Toplam</b>	<b>208</b>	<b>100</b>
<b>Buzağıya septisemi serumu yaptırma durumu</b>		
Yaptırıyor	133	63.9
Yaptırmıyor	75	36.1
<b>Toplam</b>	<b>208</b>	<b>100</b>
<b>Buzağuların doğumundan sonra göbek bakımı yapma durumu</b>		
Yapıyor	55	26.6
Yapmıyor	152	73.4
<b>Toplam</b>	<b>207</b>	<b>100</b>
<b>Hayvanlarda en çok görülen problemler</b>		
Güç doğum	131	25.9
Ayak ve tırnak problemleri	184	36.4
Mastitis (Meme körlüğü, Meme iltihabı)	71	14.1
Yavru atma	119	23.6
<b>Toplam</b>	<b>505</b>	<b>100</b>

Yurt dışında yapılmış çalışmalarda, Heinrichs ve ark. (1987) Pensilvanya'daki süt sığırcılığı işletmelerinin % 74.8'i gebe ineklere genel olarak IBR uygulamasının yapıldığı, Duguma ve ark. (2012) Etiyopya'nın Jimma şehrinde ise sığırcılık işletmelerinde buzağı ve gebe ineklere septisemi uygulamasının düzenli olarak yapılmadığını ve genel olarak hastalık ortaya çıktığı zaman tedavilerin uygulandığını bildirmişlerdir.

Erzurum ili Narman ilçesinde hayvanlarda en çok görülen sağlık problemlerinin ne olduğu sorusuna yetiştiriciler birden fazla cevap vermişlerdir. Bu problemlerin başında % 36.4 ile ayak-tırnak problemleri gelmektedir. Hayvan refahı bakımından ahır içerisinde veya ahır dışarısında tutulan sığırların ihtiyaçlarını karşılayabilecek ahır içi ve dış ortamların uygun olması gerekmektedir. Ahır içi ve gezinti avlusundaki zeminin ineklerin rahat hareket edebilmesi ve yatmalarına imkân verecek malzeme ve ölçülerden yapılması ayak tırnak sağlığı açısından son derece önemlidir.

İşletmelerin % 25.9'unda güç doğum ve % 23.6 ile yavru atma ve % 14.1'inde ise mastitis problemlerinin

olduğu ifade edilmiştir (Çizelge 1). Doğum esnasında meydana gelen güç doğum nedeniyle ineklerde süt veriminin düşmesine ve aynı zamanda doğum sonrası gebe kalmanın kötü etkilenmesine sebep olduğu bildirilmektedir. İlkine doğan düvelerin doğum zamanında dışardan yardıma daha fazla ihtiyaç olduğu ifade edilmektedir (Tüzemen ve Yanar 2013). Yavru atma ve mastitis gibi problemler sığırcılık işletmelerinde ciddi anlamda ekonomik kayıplara sebep olmanın yanında insan sağlığına kötü etkiler yaptığı da bilinen bir gerçektir. Ayrıca bu problemler hayvanlarda süt veriminde düşüslere, damızlık hayvanların değerlerinin düşmesine de neden olmaktadır.

Erzurum ili Hınıs ilçesinde yapılmış diğer bir çalışmada (Koçyiğit ve ark., 2016) işletmelerde en çok görülen problemlerin başında % 73.0 oranıyla güç doğum olduğunu bildirilmiştir. Yurdumuzun farklı bölgelerinde yapılmış diğer araştırmalarda ise işletmelerde en çok görülen problemlerin, Şeker ve ark. (2012) ve Öztürk (2009) ayak ve tırnak problemleri, Tatar (2007) mastitis olduğunu belirtmişlerdir. Güç doğumun işletmelerdeki en büyük problem olduğunu bildiren araştırmalar ise Köse (2006) % 60.0, Kaygısız ve ark. (2008) % 36.0 ve Tugay ve Bakır (2008) ise % 22.5 oranlarını bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise en sık görülen hastalıkların % 50 ile şap, % 26 ile brusella, % 8.5 ile mastitis, olduğu Özyürek ve ark. (2014) tarafından saptanmıştır. Yurt dışındaki çalışmalarda Duguma ve ark. (2012) tarafından yapılan bir araştırmada sığırcılık işletmelerinde en çok görülen hastalıkların % 35.2 ile mastitis olduğu belirtilirken, başka bir araştırmada ise Heinrichs ve ark. (1987) Pensilvanya'daki süt sığırcılığı işletmelerinde, buzağılarda görülen en yaygın sağlık probleminin % 39.2 oranıyla ishal olduğu ve aynı çalışmada, süt ırkı düvelerde ise en yaygın sağlık probleminin % 9.8 ile solunum problemlerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmada işletmelerin veterinerlik hizmetlerinden yararlanma ile ilgili sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Yetiştiricilerin % 99.0'u veterinerlik hizmetinden yararlandığını ve bu hizmeti ise daha çok hayvanda hastalık görülünce aldıklarını (% 64.7) bildirmişlerdir. Düzenli olarak veteriner hekimlik hizmetinden yararlanan işletmelerin oranı % 7.7 olarak gerçekleştiği saptanmıştır.

Bu konu ile ilgili yapılmış diğer araştırma sonuçlarına göre Erzurum ili Hınıs ilçesinde işletmelerin sadece % 4.0'ünün düzenli olarak veteriner hekim hizmetinden faydalandığı ve işletmelerin % 80.0'ni bazen, % 10'u hastalık görülünce, % 6'sı veteriner hekim hizmeti almadığını belirlenmiştir (Koçyiğit ve ark., 2016). Malatya ilinde ise, düzenli olarak bu hizmeti alan işletmelerin oranının % 16.9 olduğu ve en çok hastalık görüldüğünde bu hizmeti (% 47.7) aldıklarını rapor etmişlerdir (Köseman ve Şeker 2016). Özyürek ve ark.



(2014) Erzincan ili Çayırılı ilçesi'nde sığırcılık işletmelerinde yetiştiricilerin %73.3'ü hastalık görülünce bu hizmeti aldığını ve % 6.6'sı ise düzenli veteriner hekimlik hizmetinden yararlanıldığını bildirmişlerdir. Şeker ve ark. (2012), Muş ilindeki işletmelerin % 57.7'sinin hayvanlarda hastalık görüldüğünde, % 25.2'inin ise bazen bu hizmetten faydalandığını ve % 8.1'inin düzenli olarak veteriner sağlık hizmetini aldıklarını ifade etmişlerdir. Giresun ilinde sığırcılık işletmelerinin % 90.9'u veteriner hekimlik hizmetlerinden faydalanmadığı sadece işletmelerin % 6.2'sinin sığırlarda bir hastalık görüldüğünde bu hizmeti aldıklarını beyan etmişlerdir. Akkuş (2009) Konya'da yaptığı bir araştırma işletmelerin % 79.0'u hastalık görülünce bu hizmeti aldıklarını bildirmişlerdir. Narman ilçesinde işletmelerin % 71.7'si veterinerlik hizmetini daha çok serbest veteriner hekimden aldığını ve yıllık yapılan aşılarda ise işletmelerin % 33.2'si şap aşısını ve % 25.9'u Brusella aşısını yaptırdıklarını ifade etmişlerdir (Çizelge 2).

Çizelge 2: Veteriner Hekim hizmetlerinden yararlanma

<b>Veteriner hekimliği hizmetlerinden yararlanma</b>		
	<b>İşletmeler (Frekans)</b>	<b>Oran (%)</b>
Yararlanıyor	206	99.0
Yararlanmıyor	2	1.0
<b>Toplam</b>	<b>208</b>	<b>100</b>
<b>Veterinerlik hizmetinin alınma şekli</b>		
Bazen	57	27.5
Hastalık görülünce	134	64.7
Düzenli olarak	16	7.7
<b>Toplam</b>	<b>207</b>	<b>100</b>
<b>Veteriner Hekimlik hizmetinin alındığı yer</b>		
Devletten	62	26.6
Belediye	4	1.7
Serbest Veteriner Hekimden	167	71.7
<b>Toplam</b>	<b>233</b>	<b>100</b>
<b>Yıllık yapılan aşılarda</b>		
Şap	200	33.2
Şarbon	115	19.1
Brusella	156	25.9
Yanıkara	132	21.9
<b>Toplam</b>	<b>603</b>	<b>100</b>

Erzurum ili merkez genelinde yapılan bir çalışmada (Çoban ve ark., 2013), işletmelerin % 9.0'u özel veteriner hekimlerden, % 28.2'si devlette çalışan veteriner hekimlerden, işletmelerin % 56.9'u özel ve resmi veterinerden hekimlik hizmeti aldıklarını bildirmişlerdir. Aynı yörede Hıms ilçesindeki yetiştiricilerin % 67.0'si veteriner sağlık hizmetini Tarım İl Müdürlüklerinden, % 27.0'si serbest veteriner hekimlerden ve % 6.0'sı ise belediyenin veteriner hekimlerinden bu hizmeti aldıklarını belirtmişlerdir

(Koçyiğit ve ark., 2016). Malatya ilinde veteriner sağlık hizmetini serbest veterinerlerden alan işletme oranının da % 93.7 olduğu Köseman ve Şeker (2016) tarafından bildirilmiştir. Yapılmış diğer araştırmalarda işletmelerin bu hizmetin alımının % 55.3'ü de özel veteriner hekimlerden ve % 36.7'sini devletten aldıkları (Tugay ve Bakır 2008; Şeker ve ark., 2012) hayvan sağlık hizmetlerini en çok serbest veteriner hekimden (% 77.4) sağlandığını ifade etmişlerdir. Kaygısız ve ark. (2008) ise işletmecilerin veterinerlik hizmetinin % 29.0'unu devletten, % 71.0'ünü ise özel veteriner hekimden aldıklarını bildirmişlerdir.

Genel olarak elde edilen sonuçlar, yetiştiricilerin veteriner hekimlik hizmetini daha çok serbest veterinerlerden sağladıklarını işaret etmektedir. İşletme ekonomisi de düşünüldüğünde, yetiştiricilerin uygun bakım-besleme ve idarenin yanında veterinerlik hizmetlerini hastalık zamanlarında değil de belli periyotlarla kontrollü bir şekilde alması ve bu konuda duyarlı davranılması yetiştiriciler için yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Söz konusu bu çalışmada işletmecilerin % 68.3'ünün sığır yetiştiriciliğinden memnun oldukları ve bu işi geçim kaynağı olarak yaptıkları (% 61.5) tespit edilmiştir (Çizelge 3). Yetiştiricilerin % 29.8'inin sığır yetiştiriciliği dışında başka faaliyeti olup, işletmelerindeki en büyük sıkıntı olarak hastalıkları (% 25.7) ve yem fiyatlarının pahalı (% 22.6) olmasını belirtmişlerdir. Sığır yetiştiricilerinin % 19.9'u tarımsal kredi kullandığını ve bu krediyi işletmelerin % 53.7'sinin banka vasıtasıyla aldığını dile getirmişlerdir. İşletmelerin % 13.9'u hayvanlarını sigorta yaptırdıklarını ve devletten öncelik sırasıyla kredi (% 27.6), pazarlama (% 23.0) ve veteriner hekimlik hizmeti (% 19.1) sunmasını beklemektedirler (Çizelge 3).

Malatya İlinde yapılmış olan çalışmada; işletmecilerin devletten öncelikli olarak kredi desteği (% 29.9), veteriner hekimlik hizmeti (%14.4), damızlık temini (% 7.5), bilgi desteği (% 15.5) ve pazarlama desteği (% 32.6) olarak cevap verdikleri ve yetiştiricilerin % 80.5'i hayvanlarını sigorta ettirmedikleri rapor edilmiştir (Köseman ve Şeker 2016).

Şeker ve ark. (2012) yetiştiricilerin % 62.6'sının sığır yetiştirmekten memnun olmadıkları ve başka bir ticari faaliyette olan işletmelerin oranının % 48.0 olduğunu ifade etmişlerdir. Sığır yetiştiriciliği yapma nedeni olarak ta % 55.1'inin geçim kaynağı olduğu, işletmelerinde yaşanan en büyük sıkıntının % 48.7 ile yemin pahalı olması ve % 42.7'si ise uygun kredi desteklerinin sağlanmasını istediklerini bildirmişlerdir.

Koçyiğit ve ark. (2016) Erzurum ili Hıms ilçesinde yaptıkları araştırmada sığır yetiştiriciliğinden memnun olan işletmelerin % 44.0 olduğu ve bu işi yapma nedenine ise yetiştiricilerin % 79.0'u geçim kaynağı olarak ve % 3.0'ü ise aile bütçesine katkı



sağlamak için bu işle meşgul olduklarını ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada işletmelerde görülen en büyük problemin pazarın yetersiz oluşu (% 50.0) ve ikinci en büyük sıkıntı olarak yemin pahalı (% 32.0) olmasını ifade etmişlerdir. Yetiştiricilerin öncelikli olarak devletten beklentileri % 82.0'si kredi desteklerinin öncelikli olarak sağlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Yetiştirici memnuniyeti, amacı, ticari faaliyeti ve beklentileri

<b>Sığır yetiştiriciliğinden memnun olma</b>		
	<b>İşletmeler (Frekans)</b>	<b>Oran (%)</b>
Memnun	142	68.3
Memnun değil	66	31.7
<b>Toplam</b>	<b>208</b>	<b>100</b>
<b>Sığır yetiştiriciliği yapma nedeni</b>		
Geçim kaynağı	142	61.5
Alışkanlık	23	10.0
Aile bütçesine katkı	55	23.8
Sadece evimin hayvansal ürün ihtiyacını karşılamak	11	4.8
<b>Toplam</b>	<b>231</b>	<b>100</b>
<b>Sığır yetiştiriciliği dışında ticari faaliyeti</b>		
Var	62	29.8
Yok	146	70.2
<b>Toplam</b>	<b>208</b>	<b>100</b>
<b>İşletmenizde yaşadığınız en büyük sıkıntı hangisidir</b>		
Yem pahalı	101	22.6
Yem Bulma sıkıntısı	34	7.6
Hastalıklar	115	25.7
Sığırların bakımı zor	65	14.5
Pazar yetersizliği	63	14.1
Kârlı bir iş değil	69	15.4
<b>Toplam</b>	<b>447</b>	<b>100</b>
<b>Tarım kredisi kullanımı</b>		
Kullanan	41	19.9
Kullanmayan	165	80.1
<b>Toplam</b>	<b>206</b>	<b>100</b>
<b>Tarım kredisini aldığınız kurum</b>		
Banka	22	53.7
Kooperatif	19	46.3
<b>Toplam</b>	<b>41</b>	<b>100</b>
<b>Hayvanların sigortalı durumu</b>		
Sigortalı	29	13.9
Sigortalı değil	179	86.1
<b>Total</b>	<b>208</b>	<b>100</b>
<b>Devletten öncelikli beklenti</b>		
Kredi desteği	107	27.6
Damızlık temini	44	11.4
Bilgi desteği	73	18.9
Pazarlama konusunda destek	89	23.0
Veteriner hekimliği hizmeti	74	19.1
<b>Toplam</b>	<b>387</b>	<b>100</b>

Etiyopya'da Duguma ve ark. (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada, sığır yetiştiriciliği dışında ticari faaliyeti olanların % 25.9'u emekli, 25.9'u memur, % 20.4'ü ticaretle uğraşan, % 11.1'i ev hanımı ve % 16.7'sinin ise tam zamanlı olarak işletmede çalıştıkları ifade edilmiştir.

Yapılan mevcut çalışmada sığır yetiştiriciliğinden memnun olmayan işletmecilerin (% 31.7) oranı, Şeker ve ark. (2012) ve Koçyiğit ve ark., (2016)'nın % 62.6 ve % 56.0 olarak bildirdikleri değerlerden düşük bulunmuştur. Çizelge 3'te de belirtildiği gibi, İlçede sığırcılığın ana geçim kaynağı olması, sığır yetiştiriciliği dışında ticari faaliyetinin oldukça kısıtlı olması, melez (% 73.1) ve kültür ırkı sığırların (% 20.7) oranlarının yüksek ve süt veriminin tatminkar olması (2977 kg) diğer bölgelere nazaran sığır yetiştiriciliğinden memnuniyet oranının daha yüksek olmasına neden olmuş olabilir.

## SONUÇ

Erzurum ili Narman ilçesinde faaliyet gösteren sığırcılık işletmelerinde hayvan sağlığı, veteriner sağlık hizmetleri, yetiştirici memnuniyeti ve beklentilerinin incelendiği bu çalışmada, ilçedeki sığır yetiştiricilerinin çoğunluğu gebe ineklere ve buzağılara septisemi aşısı ve serumu yaptırmakla beraber yine de oranın arzu edilen seviyede olmadığı söylenebilir. İşletmelerin yaklaşık  $\frac{3}{4}$  nün doğumdan sonra buzağılara göbek bakımı yapmadığı ve hayvanlarda en çok karşılaşılan problemlerin başında ayak-tırnak problemlerinin geldiği belirlenmiştir. Ayrıca Narman ilçesinde yetiştiricilerin veteriner hekimlik hizmetinden ancak hastalık görülünce yararlandığı ve bu hizmeti en çok serbest veteriner hekimden aldıklarını bildirmişlerdir. Genel olarak bakıldığında özellikle hayvan sağlığı ve veterinerlik hizmetleri konusunda Narman ilçesinde çeşitli sıkıntıların olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yöredeki yetiştiricilere veteriner hizmeti alma konusunda gerekli kolaylıkların sağlanması gerekmektedir.

İşletmecilerin sığır yetiştiriciliğinden genellikle memnun oldukları belirlenmiştir. Memnun olmayanların nedenlerinin iyice araştırılması ve bu işi severek yapılmasının sağlanmasının yanında daha da cazip hale getirilmesi sağlanmalıdır. Bu işi işletmelerin genellikle geçim kaynağı olarak yaptıkları belirlenmiştir. İşletmeler tarafından en büyük sıkıntı olarak hastalıklar ve yem fiyatlarının pahalı olduğu ifade edilmiştir. İşletmelerin genellikle tarımsal kredi kullanmadığı kullananların ise krediyi banka vasıtasıyla aldıklarını ifade etmişlerdir. İşletme sahiplerinin genellikle hayvanlarını sigorta yaptırmadıkları ve devletten öncelikli olarak kredi, pazarlama ve veteriner hekimlik hizmeti sunmasını beklediklerini ifade etmektedirler.

Sığırcılık işletmelerinde ciddi hastalıklarda veya hayvanların ölümü ile ilgili durumlarda yetiştiricilerin gerekli ödeme ve tazminat almaları, bu faaliyeti sürdürmeleri bakımından önemlilik arz eden bir durumdur. Bunun içinde işletmelerin hayvanlarını sigortalatması ve yetiştiricilerinde bu konuda bilgilendirilmesi ve özendirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Hayvansal üretimin riskli bir tarımsal faaliyet olduğu düşünüldüğünde desteklemelerin ve teşviklerin elzem olduğu ve bunu devletin kamu kurumlarıyla kontrollü bir şekilde yapılması Erzurum ili Narman ilçesi için faydalı olacağı kanaatine varılmıştır.

### KAYNAKLAR

- Akkuş Z 2009. Konya İlinde süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. Selçuk Üniversitesi Fen Bil. Ens., Zootekni ABD, Yüksek Lisans Tezi, 39 s.
- Cochran WG 1977. Sampling Techniques. 3rd Edition. John Wiley&Sons. New York.
- Çoban O, Lacin E, Sabuncuoğlu N, Genç M 2013. Production and health parameters in cattle herds: A survey from Eastern Turkey. The Journal of Animal and Plant Sciences, 23(6):1572-1577.
- Duguma B, Kechero Y, Janssens GPJ 2012. Survey of Major Diseases Affecting Dairy Cattle in Jimma Town, Oromia, Ethiopia. Global Veterinaria, 8(1): 62-66.
- Heinrichs AJ, Kiernan NE, Graves RE, Hutchinson LJ 1987. Survey of Calf and Heifer Management Practices in Pennsylvania Dairy Herds. Journal of Dairy Science, 70(4):896-904.
- Kaygısız A, Tümer R, Orhan H, Vanlı Y 2008. Kahramanmaraş Bölgesi Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri: I. Yetiştirme Uygulamaları. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2): 23-31.
- Koçyiğit R, Diler A, Yanar M, Güler O, Aydın R, Avcı M 2016. Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Hayvan Sağlığı, Veteriner Sağlık Hizmetleri ve Yetiştirici Memnuniyeti: Erzurum İli Hınıs İlçesi Örneği. Turkish Journal of Agricultural and Natural Science, 3(1): 24-32.
- Köse K 2006. Uşak İli Damızlık Sığır Yetiştiriciler Birliğine Kayıtlı İşletmelerin Genel Yapısı. Trakya Üniversitesi Fen Bil. Ens., Zootekni ABD Yüksek Lisans Tezi. 84 s.
- Köseman A, Şeker İ 2016. Malatya İlinde İşletmelerin Mevcut Durumu: I. Yapısal Özellikler. F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg, 30(1): 5-12.
- Öztürk N 2009. Mardin İlindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni ABD Yüksek Lisans Tezi. 74 s.
- Özyürek S, Koçyiğit R, Tüzemen N 2014. Erzurum İlinde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Yapısal Özellikleri: Çayır İlçesi Örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(2): 19-26.
- SPSS (2004). SPSS for windows Release 13.0. SPSS Inc., Chicago, IL.
- Şeker İ, Tasalı H, Güler H 2012. Muş İlinde Sığır Yetiştiriciliği Yapılan İşletmelerin Yapısal Özellikleri. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 26(1): 09 – 16.
- Tatar AM 2007. Ankara ve Aksaray Damızlık Sığır Yetiştiricileri İl Birliklerine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısı ve Sorunları. A.Ü Fen Bil. Ens., Zootekni ABD, Doktora Tezi, 119 s.
- Tugay A, Bakır G 2008. Giresun Yöresindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(1): 37-47.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. (Erişim Tarihi: 11.04.2017).
- Tüzemen N, Yanar M 2013. Buzağı Yetiştirme Teknikleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi Erzurum 2013.
- Ünalın A, Serbester U, Çınar M, Ceyhan A, Akyol E, Şekeroğlu A, Erdem T, Yılmaz S 2013. Niğde İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Mevcut Durumu, Başlıca Sorunları ve Çözüm Önerileri. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1(2): 67-72.
- Yamane T 2006. Temel Örneklem Yöntemleri. Çev. Esin A, Bakır MA, Aydın C, Güzbüzel E. Literatür Yayınları: 53, İstanbul.

## Effects of Different Feeding Systems on Performance and Milk Composition of German Fawn and Saanen Does

Uğur SERBESTER<sup>1</sup> , M.E.M Awlad MOHAMMAD<sup>1</sup> , Nazan KOLUMAN<sup>1</sup> , Murat GÖRGÜLÜ<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Cukurova University Agricultural Faculty Department of Animal Science Balcali Adana, Turkey, <sup>2</sup>Emeritus Professor

✉: ugurserbester@gmail.com

### ABSTRACT

The objective of this study was to compare the effects of two feeding systems (total mixed ration; **TMR** vs. roughage and concentrate offered separately; **SF**) on performance and milk composition of German Fawn ( $n=16$ ) and Saanen ( $n=16$ ) dairy goats. Animals were randomly allocated into 2 sub-groups and fed TMR or SF system. Roughage:concentrate ratio were arranged as 60:40 in TMR groups. Wheat straw (25%) and chopped alfalfa hay (75%) were used as roughage. Roughage was offered at *ad libitum* while concentrate was given in two equal meals (total 800 g/goat per day) in SF groups. The study was lasted 50 days. Live weights were recorded before morning feeding. Milk yields were recorded weekly. Individual milk samples were collected to determine total solids, fat, protein, casein, lactose, and urea-N. Feeding systems did not affect ( $P>0.05$ ) milk yield, body weight, total solid, fat, protein, and casein concentrations. Separate access to roughage and concentrate decreased dry matter intake ( $P<0.01$ ) and tended to decrease urea-N concentration ( $P= 0.053$ ). Milk yield of German Fawn does was lower than Saanen does ( $P< 0.01$ ; 1205.4 g/d vs. 1476.8 g/d). When milk composition of two genotypes were compared, protein was higher ( $P<0.01$ ) in German Fawn does than Saanen does. In conclusion, there was no advantage of mixed diet over separate feeding for dairy goats having moderate milk yield (1200-1500 g/d).

DOI:10.18016/ksudobil.301457

### Article History

Received : 27.03.2017

Accepted : 05.06.2017

### Keywords

Dairy goat,  
feeding system,  
milk yield,  
lactose,  
milk urea

### Research Article

## Farklı Yemleme Sistemlerinin Alman Alaca ve Saanen Keçilerinde Performans ve Süt Kompozisyonu Üzerine Etkisi

### ÖZET

Bu çalışmada 2 yemleme sisteminin (toplam karışım rasyon; **TMR** ve stratejik yemleme; **SY**) Alman Alaca ( $n= 16$ ) ve Saanen ( $n= 16$ ) ırkı sütçü keçilerde performans ve süt kompozisyonu üzerine etkisi araştırılmıştır. Keçi ırkları şansa bağlı olarak 2 alt gruba ayrılmış gruplardan biri TMR, diğeri SY sistemi ile beslenmiştir. Her iki yemleme sisteminde de kaba yem:konsantre yem oranı 60:40 olarak düzenlenmiştir. Kaba yem olarak buğday samanı (%25) ve yonca samanı (%75) kullanılmıştır. Stratejik yemleme sistemi uygulanan alt gruplarda kaba yem *ad libitum* verilmiş, konsantre yem ise sabah ve akşam eşit miktarlarda olmak üzere 800 g/keçi şeklinde verilmiştir. Araştırma 50 gün sürmüştür. Araştırma süresince canlı ağırlıklar sabah yemlemesinden önce belirlenmiştir. Süt verimleri haftalık olarak saptanmıştır. Süt kuru madde, yağ, protein, kazein, laktoz ve üre-N düzeylerini belirlemek için haftalık bireysel süt örnekleri alınmıştır. Süt verimi, canlı ağırlık, süt kuru madde, yağ, protein ve kazein konsantrasyonlarının yemleme sistemleri arasında benzer ( $P>0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Kaba yem ve kesif yemin ayrı ayrı verildiği SY yemleme sisteminin kuru madde tüketimini azalttığı ( $P<0.01$ ) ve süt üre-N konsantrasyonunu

### Makale Tarihiçesi

Geliş : 27.03.2017

Kabul : 05.06.2017

### Anahtar Kelimeler

Süt keçisi,  
yemleme sistemi,  
süt verimi,  
laktoz

### Araştırma Makalesi

azaltma eğiliminde ( $P= 0.053$ ) olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, Alman Alaca keçilerin Saanen ırkına göre daha düşük süt verimine ( $P< 0.01$ ; 1205.4 g/d vs. 1476.8 g/d) sahip oldukları saptanmıştır. Alman Alaca keçi sütlerinde protein düzeyinin Saanen ırkı keçilerden yüksek olduğu ( $P<0.01$ ) belirlenmiştir. Sonuç olarak, orta düzeyde süt verimine sahip (1200-1500 g/d) sütçü keçilerde TMR yemleme sisteminin stratejik yemlemeye göre avantaj sağlamadığı söylenebilir.

**To Cited** :Serbest U, Muhammed A, Koluman N, Görgülü M 2018. Farklı Yemleme Sistemlerinin Alman Alaca ve Saanen Keçilerinde Performans ve Süt Kompozisyonu Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):209-214, DOI:10.18016/ksudobil.301457.

## INTRODUCTION

Traditional production system for dairy goats has been replaced by intensive system recently due to increase labor requirement in traditional system and increase in productivity by improvement in management, health, breeding and feeding. Different feeding systems are available for intensive small ruminant production practice such as strategic feeding, complete feeding or total mixed ration (TMR) (Monzon-Gil et al. 2010) and choice (cafeteria) feeding (Görgülü et al. 1996; Görgülü et al. 2003; Rodriguez et al. 2007). Main differences among these feeding methods are in the way of supply of concentrate and level of feeding (restricted or *ad libitum*). These differences affect rumen retention time of feed particles, rumen pH, and microbial population (Huuskonen et al. 2014). Increasing concentrate in the diet or using it separately may reduce rumen pH and digestibility of dietary fibre (Archimede et al. 1995). The TMR is a proper feeding system to solve problem with low ruminal pH which is having a negative effect on the microbial growth and milk fat content (Fox et al. 1990; Maltz et al. 1991; Gordon et al. 1995; Monzon-Gil et al. 2010).

Simple and effective feeding methods for dairy goats have not been extensively explored as for dairy cattle (Monzon-Gil et al. 2010). In addition, there are reports showing that dairy goats in various genotype may give different response to the feeding systems (Provenza et al. 2003; Mellado et al. 2004; Fukasawa et al. 2005). Therefore, the objective of the current study was to examine the effect of different feeding systems (total mixed ration vs. separate roughage-concentrate) on the milk yield, milk composition, and body weight change of German Fawn and Saanen does.

## MATERIAL and METHODS

Animals were managed according to the Turkish legislation regarding the use of animals in scientific experimentation.

### Experimental design and treatments

Sixteen German Fawn ( $51.9\pm 5.26$  kg; mean $\pm$ standard deviation) and 16 Saanen does ( $53.0\pm 9.63$  kg) were used in this study. Does were assigned to the two feeding methods according to milk yield (averaged  $1484\pm 368.2$

g/day) and days after kidding (averaged  $155.4\pm 7.80$  days) within genotype with 8 does each. Feeding methods were total mixed ration (TMR) and separate concentrate-roughage (SF). In TMR groups, roughage:concentrate ratio were arranged as 60:40. Concentrate consisted of (g/kg) barley grain (85.0), corn grain (235.0), wheat brans (256.0), corn brans (100.0), cotton seed meal (45.0), dried distillers grains with solubles (150.0), sunflower meal (100.0), limestone (20.0), salt (8.0), and vitamin-mineral premix (1.0). Wheat straw (25%) and chopped alfalfa hay (75%) were used as roughage sources. Both of them had been chopped using a SM 05 grinder-mixer to pass through a <3 cm screen.

In the does fed SF method, roughage and concentrate were in separate feeders. Roughage was offered at *ad libitum* while concentrate was given in two equal meals (total 800 g/does/day, approximately 1.6% LW) daily. Rations were distributed twice daily, after morning (06:00 h) and evening (18:00 h) milkings. Chemical composition of the concentrate and roughage are presented in Table 1.

Does were housed in 3 m x 1.5 m (width x depth) pens in which bedding was periodically placed and later removed. There was free access to water adequate for all animals. The study was lasted 50 days, after 14 days of adaptation period.

### Measurements, sampling and analysis

Feeds and refusals were weighed daily to determine the intake. The wheat straw, alfalfa hay, and concentrate samples were milled through a 1-mm sieve (ZM-200, Retsch, United Kingdom) before analysis being analyzed. The dry matter (method 934.01), ash (method 942.05), ether extract (method 920.39), and nitrogen (method 984.13) contents were determined according to the AOAC (1999). Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined with procedures using an Ankom procedure (Ankom® Tech. Corp., Fairport, NY, USA) without correcting for residual ash (Van Soest et al. 1991).

Does were milked twice daily by automatic milking machine (DeLaval, Tumba, Sweden) at 04:00 h and 16:00 h. Their individual milk production was recorded weekly. Milk samples were collected weekly and analyzed by infrared spectroscopy (Milko-Scan FT 120,



Foss, Electric A/S, Hillerød, Denmark) to determine total solid, fat, protein casein, lactose, urea contents. Milk production was standardized as Fat-Corrected

Milk (FCM) at 4% fat, according to the following formula:  $FCM = [(0.4 \times \text{milk (kg)} + 0.15 \times \text{milk fat (kg)})]$  milk yield (NRC, 2001).

Table 1. Chemical composition of concentrate and wheat straw and alfalfa hays (dry matter basis)

Chemical composition, %	Concentrate	Alfalfa hay <sup>2</sup>	Wheat straw <sup>2</sup>
DM (%)	91.0	88.3	93.1
Organic matter <sup>1</sup>	93.2	91.2	93.4
Crude protein (% of DM)	17.7	14.6	2.3
Ether extract (% of DM)	3.6	1.2	0.70
NDF (% of DM)	29.3	62.3	85.5
ADF (% of DM)	11.5	47.3	56.7
Ash (% of DM)	6.8	8.8	6.6
Crude fiber (% of DM)	7.3	34.8	41.4
NFC <sup>1</sup>	42.6	13.1	4.9

<sup>1</sup> Values were calculated; Organic matter= 100-% ash; NFC=100-(% CP+% NDF+% fat+% ash) (NRC, 2001)

<sup>2</sup> Chopped using a grinder-mixer

### Statistical analyses

The treatment arrangement was a 2 x 2 factorial, with two genotypes and two feeding systems. T-tests were used to compare the differences in roughage/concentrate ratio preferred by does. Performance data were analyzed using the MIXED model procedure of SAS (2000), with a model consisting of genotype, feeding system and genotype x feeding system interaction. If there were significant effects, multiple comparison of means were carried out using the Tukey-Kramer test. Treatment differences with  $P \leq 0.05$  were considered statistically significant, whereas statistical tendencies to differences were accepted if  $0.05 < P \leq 0.10$ . All data are reported as least squares means with pooled standard errors (SEM).

## RESULTS and DISCUSSION

### Effect of feeding systems

Dry matter intake was greater for does fed TMR than for fed SF ( $P < 0.01$ ), and there was a genotype and feeding system interaction ( $P < 0.01$ ). Milk urea content of does fed TMR was tend to higher than that of does fed SF ( $P = 0.053$ ). The higher DMI of dairy goats fed TMR has been related to a better ruminal utilization of diets components by the simultaneous consumptions of concentrate and roughage (DeVries and von Keyserlingk 2009; Monzon-Gil et al. 2010). Mixed diet probably favored more suitable rumen conditions, growth of cellulolytic bacteria, and lesser time for rumen pH < 6.0 (Monzon-Gil et al. 2010). On the other hand, does fed with SF showed a marked decrease in roughage intake (52.7% vs. 60.0%, Table 2), and they had TMR having higher concentrate ratio. It is well known that high concentrate or separate concentrate usage in the diet may decrease total feed intake (Monzon-Gil et al. 2010) due to a decreased or an irregular rumen pH (Kleen et al. 2003) and satiety with energy intake (Forbes, 1983; Glimp et al. 1989; Yurtseven and Gorgulu, 2007) unless there is any physical limitation in the stomach capacity. Similarly

Sauvant et al. (1991) reported that the goats receiving 100 g supplemental concentrate consumed 111 g less forage dry matter. Low roughage intake is obvious finding when roughage and concentrate were supplied separately, and decreased roughage intake diminished total feed intake, this could cause a reduction in milk yield if the dairy goats have high milk yield.

Milk yield and milk components except for milk urea content were not affected by feeding methods in the present study and this probably related to the relatively moderate milk yield (1200-1500 g/day) of the dairy goats. In addition, similar milk yield and composition could be expected when the dairy goats consumed similar amount of energy and protein as it was observed in the present study. Accordingly, Giger-Reverdin et al. (1987), Morand-Fehr et al. (1991), and Sanz Sampelayo et al. (1998) reported that milk production and composition of goats were mainly dependent on energy balance of the animal rather than the composition of the diets.

Earlier studies reported no differences in performance (Miguel-Romera et al. 2011) or milk composition between feeding systems when the proportion of concentrate in the diet was similar (Tufarelli et al. 2009). Gorgulu et al. (2003) compared Damascus goats receiving TMR *ad libitum* with those receiving 1 kg concentrate and *ad libitum* alfalfa hay, and reported similar amount of milk such as in the present study. Goetsch et al. (2003) reported that restricted intake of concentrate (approximately 2% LW) and *ad libitum* intake of roughage can yield average daily gain and average daily gain:dry matter intake similar to *ad libitum* consumption of a mixed diet. Also, in agreement with the findings in goats, Yrjänen et al. (2003) reported that there was no difference in milk yield, milk composition of Finnish Ayrshire cows fed TMR or separate feeding.

Separate concentrate supply resulted in a decrease in roughage intake when concentrate in the diet was

increased (Table 2). Similar results were obtained in dairy cows (Agnew et al. 1996; Ingvarstsen et al. 2001; Bach et al. 2007) when concentrate and roughage were supplied separately. It is well known that high concentrate may improve nitrogen utilisation efficiency in the rumen (NRC, 2001; Pathak, 2008) and may decrease milk urea nitrogen as in this study. Agnew et al. (1996) reported that high concentrate increased nitrogen utilisation efficiency and protein content of milk. Similarly Godden et al. (2001) revealed that milk urea nitrogen concentrations had a positive relationship with dietary levels of crude protein and protein fractions for instance undigestible protein, and a negative relationship with levels of nonfiber carbohydrate and with the ratios of these dietary constituents. Accordingly the goats fed with separate increased concentrate ratio in the diet had a decreased milk urea nitrogen in the present study as well.

### Effect of genotype

German Fawn does tended to consume more dry matter

than Saanen does ( $P=0.099$ ). Saanen does had higher milk yield ( $P<0.01$ ) and higher FCM ( $P<0.01$ ) compared with German Fawn does. Milk yield in dairy goats depends on genotypes, parity, kidding season, stage of lactation and nutritional conditions. Previous comparisons between Saanen and German Fawn or Alpine dairy goats were inconsistent. In some studies milk yield of Saanen was higher (Mioc et al. 2008) than German Fawn Crossbreds or Alpine dairy goats, whereas in others studies milk yield was lower in Saanen (Pambu et al. 2011; Silva et al. 2013). Also, some researchers (Darcan and Güney, 2002) found no differences between these breeds.

Milk protein and casein were higher ( $P<0.05$ ) or tend to be higher ( $P=0.068$ ) for German Fawn does than Saanen does. Conversely, fat:protein ratio of German Fawn does was lower as compared to Saanen does ( $P<0.01$ ). The milk component yields (fat, protein, and lactose) were lower in German Fawn does compared to Saanen does ( $P<0.01$ ,  $P<0.05$ , and  $P<0.01$ , respectively).

Table 2. Effect of feeding systems on performance and milk composition of German Fawn and Saanen does

Genotype (G)	German Fawn		Saanen		SEM	P-value		
	TMR	SF	TMR	SF		G	FS	GxFS
Feeding system <sup>1</sup> (FS)								
Initial LW (kg)	52.1	51.8	50.0	52.6	2.65	0.815	0.657	0.591
Roughage ratio <sup>2</sup>	60.0	54.6 <sup>3</sup>	60.0	50.8 <sup>3</sup>	-	<.0001	<.0001	<.0001
Dry matter intake (kg/d)	1.79 <sup>b</sup>	1.76 <sup>b</sup>	1.86 <sup>a</sup>	1.62 <sup>c</sup>	0.021	0.099	<.0001	<.0001
Milk production (g/d)								
Actual	1209.2	1201.5	1480.2	1473.3	56.00	<.0001	0.897	0.995
4.0% FCM <sup>4</sup>	1229.3	1223.0	1551.3	1561.7	51.46	<.0001	0.969	0.872
Milk composition								
Total solid (%)	12.8	12.5	12.7	12.7	0.36	0.903	0.827	0.658
Fat (%)	4.2	4.2	4.5	4.4	0.24	0.343	0.819	0.941
Protein (%)	3.5	3.4	3.2	3.2	0.11	0.028	0.744	0.573
Fat:protein ratio	1.19	1.20	1.37	1.38	0.051	0.001	0.822	0.978
Casein (%)	2.7	2.6	2.5	2.5	0.089	0.068	0.629	0.612
Lactose (%)	4.3 <sup>a</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.3 <sup>a</sup>	4.2 <sup>ab</sup>	0.060	0.346	0.078	0.278
Urea (mg/dL)	41.5 <sup>a</sup>	37.0 <sup>b</sup>	38.5 <sup>b</sup>	38.3 <sup>b</sup>	1.16	0.477	0.053	0.072
Milk composition yield (g/d)								
Fat	49.7	49.6	63.8	64.8	2.55	<.0001	0.856	0.833
Protein	42.4	41.4	47.1	47.5	1.68	0.022	0.835	0.669
Lactose	51.9	50.0	63.5	62.7	2.38	<.0001	0.581	0.817
Dairy efficiency								
Milk/DMI	0.69 <sup>b</sup>	0.68 <sup>b</sup>	0.80 <sup>ab</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.032	<.0001	0.088	0.076
FCM/DMI	0.70 <sup>b</sup>	0.70 <sup>b</sup>	0.84 <sup>ab</sup>	0.97 <sup>a</sup>	0.032	<.0001	0.046	0.043
BW								
kg	53.4	55.4	52.0	52.9	2.61	0.451	0.590	0.842
Change in BW	1.36	3.56	1.95	0.23	1.02	0.190	0.818	0.065

<sup>1</sup>TMR, total mixed ration; SF, separate feeding of concentrate and roughage

<sup>2</sup>TMR had standard roughage level (60%)

<sup>3</sup>Standard error of the each mean is 0.29

<sup>4</sup>FCM, fat corrected milk

<sup>a, b</sup>: means with different superscripts in the same column are significantly different.

Dairy efficiency expressed as Milk/DMI or FCM/DMI were lower for German Fawn does than Saanen does (both of them;  $P<0.01$ ). Norris et al. (2011) reported that the protein content in Alpine dairy goats was

higher than in Saanen dairy goats, which is consistent with the present results. Fat, protein and lactose yields were high due to higher milk yield of Saanen than German Fawn as expected.

### Effect of genotype × feeding method interaction

There was an interaction between genotype and feeding systems for dairy in respect to DM intake ( $P<0.01$ ) and FCM production efficiency ( $P<0.05$ ). Saanen does fed concentrate separately consumed less feed than German Fawn does while does consumed similar amount of DM when fed TMR. This is probably related to the consumption of roughage, Saanen dairy goats in separate feeding groups consumed less roughage and increased the concentrate ratio in the diet. This could decrease feed intake due to ruminal effect of concentrate and satiety issues as discussed before. Due to this fact, the higher milk production efficiency could be expected as the does consumed a diet containing high concentrate (Sanz Sampelayo et al. 1998).

### CONCLUSION

The results of the present study indicated that there was no advantage of mixed diet over separate feeding when the goats having about 1200-1500 g milk yield daily. The effect of separate feeding should be tested under the different concentrate supply strategy with high yielding ( $\geq 2000$  g/d) dairy goats. In addition, water intake, blood biochemistry parameters, and milk fatty acid compositions should be watched to determine of pronounced impacts of separate feeding.

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank staff of Cukurova University Faculty of Agriculture Livestock Research Station and students for their assistance.

### REFERENCES

- Agnew KW, Mayne CS, Doherty JG 1996. An Examination of The Effect of Method and Level of Concentrate Feeding on Milk Production in Dairy Cows Offered A Grass Silage-Based Diet. *Journal of Animal Science*, 63: 21-31.
- AOAC 1999. Official Method of Analysis, 16th edn. Arlington, VA, USA. Association of Official Analytical Chemists
- Archimede H, Sauvant D, Schimidely P 1995. Quantitative Review of Ruminal and Total Tract Digestion of Mixed Diet Organic Matter and Carbohydrates. *Reproduction Nutrition Development*, 37: 173-189.
- Bach A, Iglesias C, Devant M 2007. Daily Ruminal pH Pattern of Loosehoused Dairy Cattle as Affected by Feeding Pattern and Live Yeast Supplementation. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 136: 146-153.
- Darcın N, Güney O 2002. Comparative Study on The Performance of Crossbred Goats Under Cukurova Subtropical Climate. *Journal of Applied Animal Research*, 22: 61-64.
- DeVries TJ, von Keyserlingk MAG 2009. Feeding Methods Affects The Feeding Behavior of Growing Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*, 92: 1161-1168.
- Forbes JM 1983. Physiology of Regulation of Food Intake. In: J.A.F. Rook and P.C. Thomas (Editors). *Nutritional Physiology of Farm Animals*. Longman, USA.
- Fox DG, Sniffen CJ, O'connor JD, Russell JB, Van Soest PJ 1990. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets, No. 34. Ithaca, NY: Cornell University Agricultural Experiment Station.
- Fukasawa M, Tsukada H, Kosako T 2005. Selective Feeding Behaviour of Calves is Affected by Basal Diet. *Journal of Animal Science*, 76: 171-177.
- Giger-Reverdin S, Sauvant D, Hervieu J 1987. Influence of The Kind of Compound Feed on Goat Milk Production and Composition. *Annales de Zootechnie*, 36: 334-335.
- Glimp HA, Hart ST, VonTungeln D 1989. Effect of Altering Nutrient Density (Concentrate to Roughage Ratio) and Restricting Energy Intake on Rate, Efficiency and Composition of Growing Lambs. *Journal of Animal Science*, 67: 865-871.
- Godden SM, Lissemore KD, Keton DF, Leslie KE, Walton JS, Lumsden JH 2001. Factors Associated with Milk Urea Concentrations in Ontario Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 84: 107-114.
- Goetsch AL, Detweiler G, Sahlu T, Hayes J, Puchala R 2003. Effects of Separate Offering of Forage and Concentrate on Feed Intake and Growth of Alpine Doelings. *Small Ruminant Research*, 48: 209-216.
- Gordon GLR, McSweeney CS, Phillips MW 1995. An Important Role for Ruminal Anaerobic Fungi in The Voluntary Intake of Poor Quality Forages by Ruminants. In: Wallace, R.J. and Lahloukassi, A. (eds.) *Rumen Ecology Research Planning*. Proceedings of a Workshop Addis Ababa, Ethiopia.
- Görgülü M, Güney O, Torun O, Özuyanık O, Kutlu HR 2003. An Alternative Feeding System for Dairy Goats: Effects of Free-Choice Feeding on Milk Yield and Milk Composition of Lactating Suckling Damascus Goats. *Journal of Animal Feed Science*, 12: 33-44.
- Görgülü M, Kutlu HR, Demir E, Öztürkcan O, Forbes JM 1996. Nutritional Consequences of Free-Choice Among Feed Ingredients by Awassi Lambs. *Small Ruminant Research*, 20: 23-29.
- Huuskonen A, Pesonen M, Joki-Tokola E 2014. Effects of Supplementary Concentrate Level Separate or Total Mixed Ration Feeding on Performance of Growing Dairy Bulls. *Agricultural and Food Science*, 23: 257-265.
- Ingvarstsen KL, Aaes O, Jens Bech A 2001. Effects of Pattern of Concentrate Allocation in the Dry Period and Early Lactation on Feed Intake and Lactational Performance in Dairy Cows. *Livestock Science*, 71: 207-221.
- Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JPTM 2003. Subacute Ruminal Acidosis (SARA): A Review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 50: 406-414.
- Maltz E, Silanikove N, Karaso Y, Shefet G, Meltzer A, Barak M 1991. A Note on The Effects of Feeding Total Mixed Ration on Performance of Dairy Goats in Late

- Lactation. *Animal Feed Science and Technology*, 35: 15-20.
- Mellado M, Rodríguez A, Olvera A, Villarreal JA, Lopez R 2004. Diets of Nubian and Granadina Goats Grazing on Arid Rangeland. *Journal of Range Management*, 57: 630-634.
- Miguel-Romera JA, Calvo-Ruiz JL, Ciria-Ciria J, Asenjo-Martin B 2011. Effect of Feeding Systems on Live-Weight, Reproductive Performance, Milk Yield and Composition, and The Growth of Lambs in Native Spanish Ojalada Sheep. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9: 769-780.
- Mioc B, Prpic Z, Vnucec I, Barac Z, Susic V, Samarzija D, Pavic V 2008. Factors Affecting Goat Milk Yield and Composition. *Mljekarstvo*, 58: 305-313.
- Monzon-Gil E, Castanon JIR, Ventura MR 2010. Effect of Low-Forage Rations on Milk Production of Dairy Goats: Separate Concentrate-Forage Versus Mixed Rations. *Small Ruminant Research*, 94: 196-200.
- Morand-Fehr P, Bas P, Blanchart G, Daccord R, Giger-Reverdin S, Gihad EA, Hadjipanayiotou M, Mowlem A, Remeuf F, Sauvant D 1991. Influence of Feeding on Goat Milk Composition and Technological Characteristics. In: P. Morand-Fehr, Goat Nutrition (p. 25-36). Publication - European Association for Animal Production (46) Wageningen, NLD.
- NRC 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington DC, USA: 7th Review Ed. National Academy of Sciences
- Pambu RG, Webb EC, Mohale L 2011. Differences in Milk Yield and Composition of Different Goat Breeds Raised in The Same Environment in South Africa. *Agricultural Journal*, 6: 237-242.
- Pathak AK 2008. Various Factors Affecting Microbial Protein Synthesis in The Rumen. *Veterinary World*, 1: 186-189.
- Provenza FD, Villalba JJ, Dziba LE, Atwood SB, Banner RE 2003. Linking Herbivore Experience, Varied Diets, and Plant Biochemical Diversity. *Small Ruminant Research*, 49: 257-274.
- Rodriguez AB, Bodas R, Fernandez B, Lopez-Campos O, Mantecon AR, Giraldez FJ 2007. Feed Intake and Performance of Growing Lambs Raised on Concentrate-Based Diets Under Cafeteria Feeding Systems. *Animal*, 1: 459-466.
- Sanz Sampelayo MR, Perez L, Boza J, Amigo L 1998. Forage of Different Physical Forms in The Diets of Lactating Granadina Goats: Nutrient Digestibility and Milk Production and Composition. *Journal of Dairy Science*, 81: 492-498.
- SAS 2000. SAS User's Guide: Statistics, Version 8.0. SAS Inst, Inc, Cary, NC, USA.
- Sauvant D, Morand-Fehr P, Giger Reverdin S 1991. Dry Matter Intake of Adult Goats. In: P. Morand-Fehr, Goat Nutrition. Publication - European Association for Animal Production (46) Wageningen, NLD.
- Silva FG, Torres RA, Brito LF, Silva LP, Menezes GR, Brito LC, Euclides RF, Rodrigues MT 2013. Genetic Evaluation of Alpine Goats Using Different Milk Control Intervals. *Genetics and Molecular Research*, 12: 2455-2464.
- Türk Standartları Enstitüsü 2008. Hayvan Yemleri-Metabolik (Çevrilebilir) Enerji Tayini Kimyasal Metot. TS 9610, Ankara.
- Tufarelli V, Dario M, Laudadio V 2009. Forage to Concentrate Ratio in Jonica Breed Goats: Influence on Lactation Curve and Milk Composition. *Journal of Dairy Research*, 76: 124-128.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Yrjänen S, Kaustell K, Kangasniemi R, Sariola J, Khalili H 2003. Effects of Concentrate Feeding Strategy on The Performance of Dairy Cows House in A Free Stall Barn. *Livestock Production Science*, 81: 173-181.
- Yurtseven S, Görgülü M 2007. The Effects of Multiple Choices for Grain and Protein Sources Differing in Ruminant Degradability on Diet Selection and Performance of Lactating Dairy Goats. *Journal of Animal Production*, 48: 7-14.



## Kahramanmaraş İlindeki İki Özel İşletmede Kültür İrki Sığırların Adaptasyon Düzeylerinin Sigorta Hasar Tazminatı Alma Kriteri Bakımından Karşılaştırılması

Ali KAYGISIZ<sup>1</sup>, Abdulkerim HARMANDAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Kahramanmaraş İl Müdürlüğü, Kahramanmaraş

✉: alikaygisiz@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde yetiştirici şartlarındaki iki özel işletmede Siyah Alaca ve Simental sığırların adaptasyon özellikleri incelenmiştir. Araştırmanın materyalini 2008-2016 yıllarında büyükbaş hayvan hayat sigortası yaptırılan Siyah Alaca ve Simental ırkı sığırlara ait veriler oluşturmuştur. Ölüm ve mecburi kesim oranı Siyah alaca ırkında % 5.0 ve % 10.1, Simental ırkında ise % 2.3 ve % 4.5 olmuştur. İneklerde yavru atma ve buzağılarda 7. güne kadar ölüm oranları Siyah Alaca ırkında % 8.9 ve % 10.3, Simental ırkında ise % 8.3 ve % 12.4 olmuştur. Toplanan sigorta primlerinin Siyah Alaca ırkında % 156.4'ü, Simental ırkında ise % 73.6'sı tekrar hasar bedeli olarak yetiştiriciye geri ödenmiştir. Araştırma bulgularına göre inek yaşama gücü bakımından Simental ırkı daha üstün bulunmuştur. Yavru atma ve buzağı yaşama gücü bakımından ise ırklar arasında fark bulunmamıştır.

DOI:10.18016/ksudobil.307030

### Makale Tarihçesi

Geliş : 19.04.2017

Kabul : 27.05.2017

### Anahtar Kelimeler

Siyah Alaca,  
Simental,  
inek ölüm oranı,  
zorunlu kesim oranı,  
yavru atma,  
yaşama gücü

### Araştırma Makalesi

## Comparison of Adaptation Levels of Cultural Cattle in Kahramanmaraş Province in Terms of Insurance Claims Compensation

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the adaptation traits of Holstein and Simmental cattle's raised at Kahramanmaraş rural conditions. The data for the study was consisted of life insured Holstein and Simmental cattle raised at the region between 2008 and 2016. Overall, the mean rates of cattle mortality and rate of compulsory slaughter were 5.0% and 10.1% for Holstein, 2.3% and 4.5% for Simmental cattle's, respectively. The means for the abortion rates and calves mortalities up to seven days of ages were also found as 8.9% and 10.3 for Holstein, 8.3% and 12.4% for Simmental cattle's. Meanwhile, 156.4% of collected insurance premiums of Holstein and 73.6% of collected insurance premiums of Simmental were compensated to grower for the damage. According to the research findings, Simmental race was found better in strength and adaptability to stay alive. Nevertheless, there was no difference between Holstein and Simmental breeds in terms of the abortion rates and calves mortalities.

### Article History

Received : 19.04.2017

Accepted: 27.05.2017

### Keywords

Holstein,  
Simental,  
mortality rate,  
compulsory slaughter rate,  
abortion rate,  
survival rate

### Research Article

**To Cited :** Kaygisiz A, Harmandar A 2018. Kahramanmaraş İlindeki İki Özel İşletmede Kültür İrki Sığırların Adaptasyon Düzeylerinin Sigorta Hasar Tazminatı Alma Kriteri Bakımından Karşılaştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):215-219, DOI:10.18016/ksudobil.307030.

### GİRİŞ

Dünya sığır popülasyonlarının genetik ıslahında en çok ithal edilen ırklar Avrupa kökenli sığır ırklarıdır. Bunlardan özellikle Siyah Alaca ve Simental ırkı sığırlar Dünyanın birçok bölgesine yıllar önce götürülerek yetiştirilmeye başlanmıştır.

Sığır varlığının önemli bir kısmı ıslah edilmemiş düşük verimli ırklardan oluşan Türkiye'de süt ve et üretiminde verimliliği artırmak için Cumhuriyetin ilanından sonra kültür ırkı sığır yetiştiriciliği yoluna gidilmiştir (Akbulut, 1998). 2015 yılı rakamlarına göre, Türkiye genelindeki sağılan sığır varlığının %

45'i kültür, % 42'si melez ve % 13' ü yerli ırklardan oluşmaktadır (Anonim, 2016a).

Türkiye'ye Simental ırkı sığırlar ilk olarak 1925 yılında Macaristan'dan (Koç, 2016) Siyah Alaca sığırlar ise 1958 yılından itibaren ithal edilmiş ve oldukça geniş bir alana yayılma imkanı bulmuştur (Akman ve ark. 2005).

Türkiye'deki sağmal inek sayısının büyük çoğunluğunu süt verimi yüksek olan Siyah Alaca ırk oluşturmakla beraber, son yıllarda özellikle adaptasyon yeteneği yüksek olan Simental sığır sayısında artışlar dikkat çekmektedir (Koç, 2016). Nitekim, 2015 yılı E-ıslah veri tabanına kayıtlı olan sığırların % 72.6'sı Siyah Alaca, % 12.8'i Simental, % 10.87'si Esmer, % 2.72'si ise yerli ırklardan oluşmaktadır (Şahin, 2015). 2010-2014 yılları arasındaki melez sığır sayısındaki değişim oranı Simental ırkta % 224, Siyah Alaca ırkta % 160.2 ve Esmer ırkta % 114.2 olmuştur (Şahin, 2015).

Buzağı ve/veya inek yaşama gücü ithal edilen ırklar için en önemli adaptasyon kriterlerinden biridir. Bu sebeple süt sığırcılığı işletmelerinde, yılda bir canlı buzağı elde edilmeli ve buzağı kayıplarının mümkün olduğunca azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Değişik çevre koşullarına uyum sağlayan ırklarda yaşama gücünün yüksek bulunmasına karşın, uyum sağlayamayanlarda yaşama gücü düşük bulunmaktadır (Karakas, 2002)

Uzun yıllardan beri önemli sayıda damızlık kültür ırkı ithal edilmiş olmasına rağmen bugün hala kültür ırklarının adaptasyonunda problemler yaşanmaktadır. Ülke sığırcılığının ıslahında kullanılmak üzere fazla sayıda ve önemli miktarda maddi kaynak harcanarak ithal edilen bu hayvanlarla şimdiye kadar hangi yönde ve ne derecede ilerleme kaydedildiğinin bilinmesi son derece önemlidir (Akbulut ve ark. 1998). Böylece uygulanmakta olan bakım, besleme ve ıslah yöntemlerinde ne gibi yeni düzenlemelerin yapılması gerektiği hakkında isabetli kararlar alınması mümkün olacaktır. Bu amaçla değişik yörelerde yetiştirilen kültür ırkı sığırların adaptasyon yeteneğinin araştırılması gereklidir.

Akbulut (1998) yayınlanmış 16 orijinal araştırmadan yararlanarak hazırlanmış olduğu derleme çalışmasında, Türkiye'de Simental ırkı sığırlarda ortalama laktasyon süresini 291 gün, gerçek süt verimini 3072 kg, sütte yağ oranını % 4.10, ilk buzağılama yaşını 908 gün (30 ay) ve buzağılama aralığını 408 gün olarak belirlemiştir. Araştırmacı, elde edilen bu sonuçların ırkın Türkiye şartlarına adaptasyonda bir miktar zorlandığını ancak şartları uygun işletmelerde ve et üretimine ağırlık veren işletmelerde yetiştiriciliğinin önerilebileceğini belirtmiştir.

Siyah Alaca ve Simental ırkın karşılaştırmalı olarak incelendiği çalışmada, Koçak ve ark. (2008) 30. gün

buzağı yaşama gücünü 0.97 ve 0.98; 90. gün buzağı yaşama gücünü 0.94 ve 0.92; 180. gün buzağı yaşama gücünü ise 0.93 ve 0.92 olarak belirlemişlerdir. Siyah Alaca ve Simental ırkın arasında yaşama gücü bakımından fark bulunmamıştır.

Bugüne kadar kültür ırkı sığırlarla ilgili adaptasyon çalışmalarının çoğu kamuya ait işletmelerde yapılmıştır. İrkin yetiştirici şartlarındaki verim düzeyi üzerine kapsamlı bir araştırma yapılmamıştır. Daha önce yapılmış çalışmalardan farklı olarak bu çalışmanın hem yetiştirici şartlarında yapılacak olması hem de ithal edilmiş olan kültür ırklarının sigortadan hasar tazminatı alma düzeyleri bakımından karşılaştırılacak olması çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde yetiştirici şartlarındaki iki özel işletmede yetiştirilen Siyah Alaca ve Simental sığırların adaptasyon özellikleri sigortadan hasar tazminatı alma kriteri bakımından incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Araştırmanın materyalini 2008-2016 yıllarında Kahramanmaraş ilinde 2 farklı süt sığırcılığı işletmesinde yetiştirilen Siyah Alaca ve Simental ırkı hayvanların büyükbaş hayvan hayat sigortası verileri oluşturmuştur. Sigorta bilgileri TARSİM (Tarım Sigortaları Havuzu)'den temin edilmiştir. Sigortalanan hayvanların ırk bilgileri E-Devlet sisteminden alınmıştır (Anonim, 2016b).

### Metot

Çalışmada üzerinde durulan adaptasyon özellikleri aşağıda verilmiştir.

**İnek ölüm oranı:** İneklerden sigortalanma tarihinden itibaren 1 yıl içinde ölenlerin oranını,

**Zorunlu kesim oranı:** İneklerden sigortalanma tarihinden itibaren 1 yıl içinde zorunlu olarak kesime sevk edilenlerin oranını,

**Yavru atma oranı:** İneklerden sigortalanma tarihinden itibaren 1 yıl içinde yavru atanların oranını,

**Yaşama gücü:** Doğan buzağılardan ilk 7 gün içerisinde canlı kalanların oranını ifade etmektedir.

Sigorta birim bedelleri, prim bedeli ve sigorta tazminat bedelleri TARSİM'in her yıl yayınlamış olduğu tarife ve talimatlar doğrultusunda hesaplanmıştır (Anonim, 2016c).

### İstatistik Analizler

İrklar arasındaki karşılaştırmalar için ki-kare testleri uygulanmıştır. Hayvan başına ödenen prim bedeli ve alınan hasar tazminat bedelleri için varyans analizi yapılmıştır. Hesaplamalarda SAS paket programı kullanılmıştır (Orhan ve ark., 2004).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### İnek Yaşama Gücü

İrklara göre inek yaşama gücü oranları Tablo1'de verilmiştir. Siyah Alaca ırkı ineklerde yaşama gücü, Simental ırkından daha düşük bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Çalışmada gerek Siyah Alaca ve gerekse Simental ırkında tesbit edilen yıllık ölüm+zorunlu kesim oranı, Kutlu (1992) tarafından bildirilen % 2.4 oranından daha yüksek bulunmuştur (Şekil 1).

### Yavru Atma ve Yavru Ölüm Oranları

Yaşama gücü ırkın bölge ve işletmeye uyumunun önemli bir göstergesi olup, diğer verimler için de iyi bir kriterdir (Tüzemen ve ark., 1997). Zira, doğan buzağların verimli döneme geçmeden ölmeleri önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. İrklara göre yavru atma ve yavru ölüm oranları Tablo 2 ve Şekil 2'de verilmiştir.

İrklar arasında gerek yavru atma ve gerekse yavru ölümü bakımından fark bulunmamıştır. Bu araştırma bulgularına benzer olarak, Alban ve ark. (1976), Koçak ve ark. (2008) Siyah Alaca ve Simental ırkları arasında yaşama gücü bakımından fark olmadığını bildirmiştir. Diğer yandan bu çalışmada 7. Gün yaşama gücü için tespit edilen değerler literatürde Özcan ve Altinel (1995) tarafından Siyah Alaca ırkında bildirilen % 93.6, Ceylanpınar ve Koçaş TİM'de 30. gün yaşama gücü için bildirilen % 95 (Koçak ve ark., 2007) ve % 94.4 (Sehar ve Özbeyaz, 2005), Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yetiştirilen Siyah Alacalar için bildirilen % 86.31 ve 96.34 (Ayaşan ve ark., 2016;

Hızlı ve ark. 2017), Ünal ve ark.(2001) tarafından Kazova TİM'de yetiştirilen Simental ırkında sütten kesim sonrası yaşama gücü için bildirilen % 96.8, Ertuğrul ve ark. (1998, 2000) tarafından Siyah Alaca ve Simental buzağlarda 180. Gün yaşama gücü olarak bildirilen % 97.5 ve % 98.41, Koçak ve ark. (2008) tarafından Siyah Alaca ve Simental buzağlarda 30. Gün yaşama gücü olarak bildirilen % 97 ve % 98, Şahiner ve Demir (1998) tarafından Siyah Alaca ırkında bildirilen % 99 değerlerinden düşük bulunmuştur.

Tablo 1. İrklara göre inek yaşama gücü oranları (%)

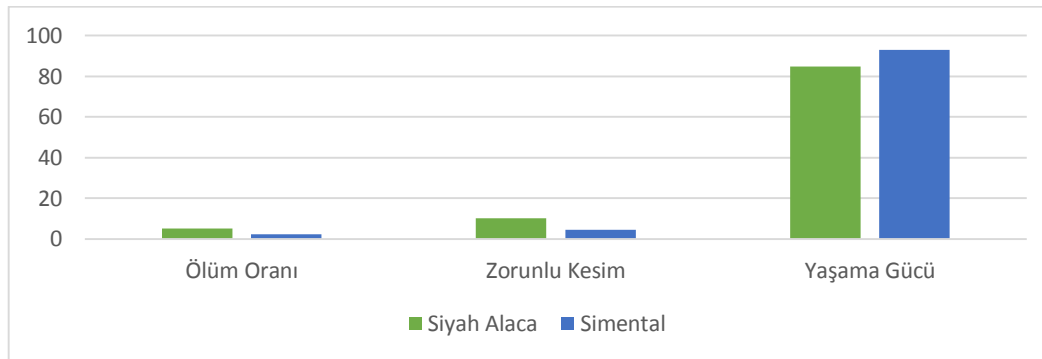
İrk	N	Ölüm Oranı	Zorunlu kesim oranı	Yaşama Gücü
Siyah Alaca	695	5.0 <sup>a</sup>	10.1 <sup>a</sup>	84.9 <sup>a</sup>
Simental	426	2.3 <sup>b</sup>	4.5 <sup>b</sup>	93.2 <sup>b</sup>

Ki-kare değeri : 17.3  $P<0.0002$

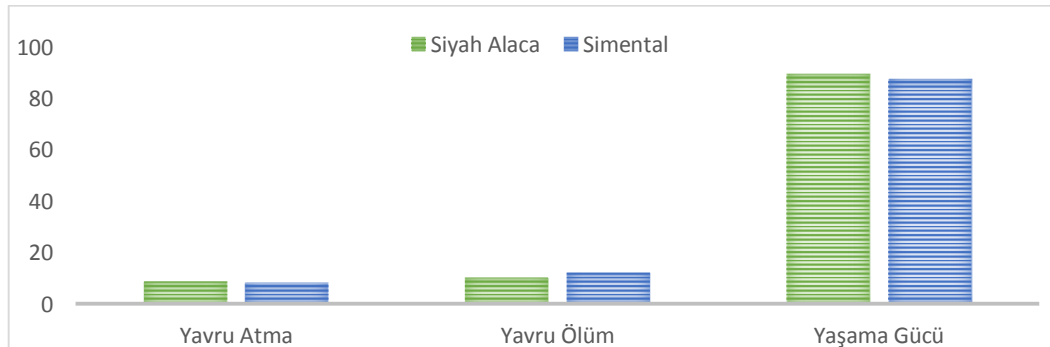
Tablo 2. Yavru atma ve yavru ölüm oranları (%)

İrk	N	Yavru Atma oranı <sup>†</sup>	Yavru Ölüm oranı <sup>‡</sup>	Yaşama Gücü
Siyah Alaca	538	8.9 <sup>a</sup>	10.3 <sup>a</sup>	89.7
Simental	364	8.3 <sup>a</sup>	12.4 <sup>a</sup>	87.6

<sup>†</sup>Ki-kare değeri:0.076  $P<0.78$       <sup>‡</sup>Ki-Kare değeri: 0.95  $P<0.33$



Şekil 1. İrklara göre inek adaptasyon özellikleri



Şekil 2. İrklara göre buzağı adaptasyon özellikleri

İrklar arasında gerek yavru atma ve gerekse yavru ölümü bakımından fark bulunmamıştır. Bu araştırma bulgularına benzer olarak, Alpan ve ark. (1976), Koçak ve ark. (2008) Siyah Alaca ve Simental ırkları arasında yaşama gücü bakımından fark olmadığını bildirmiştir. Diğer yandan bu çalışmada 7. Gün yaşama gücü için tespit edilen değerler literatürde Özcan ve Altınel (1995) tarafından Siyah Alaca ırkında bildirilen % 93.6, Ceylanpınar ve Koçaş TİM'de 30. gün yaşama gücü için bildirilen % 95 (Koçak ve ark., 2007) ve % 94.4 (Sehar ve Özbeyaz, 2005), Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yetiştirilen Siyah Alacalar için bildirilen % 86.31 ve 96.34 (Ayaşan ve ark., 2016; Hızlı ve ark. 2017), Ünal ve ark.(2001) tarafından Kazova TİM'de yetiştirilen Simental ırkında sütten kesim sonrası yaşama gücü için bildirilen % 96.8, Ertuğrul ve ark. (1998, 2000) tarafından Siyah Alaca ve Simental buzağılarda 180. Gün yaşama gücü olarak bildirilen % 97.5 ve % 98.41, Koçak ve ark. (2008) tarafından Siyah Alaca ve Simental buzağılarda 30. Gün yaşama gücü olarak bildirilen % 97 ve % 98, Şahiner ve Demir (1998) tarafından Siyah Alaca ırkında bildirilen % 99 değerlerinden düşük bulunmuştur.

Ancak bu çalışmada elde edilen yaşama gücü oranı, Bursa ili yetiştirici şartlarında tespit edilen Siyah Alacalar için bildirilen % 85.9 (Karakas, 2002), Atay ve

ark. (1996) tarafından Siyah Alaca buzağılarda 180. gün yaşama gücü olarak bildirilen % 83.65 değerinden ise yüksek bulunmuştur. Kahramanmaraş ili şartlarında elde edilen bu sonuçlar, literatür bildirişleri ile karşılaştırıldığında doğumdan sonraki ilk bir haftalık dönemde yaşama gücü bakımından buzağılarda sorun olduğu görülmektedir.

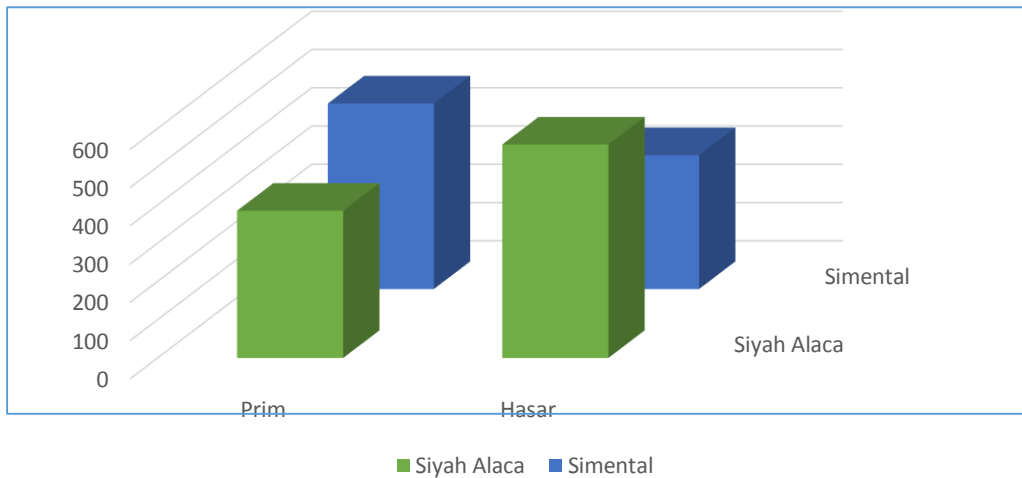
Her iki ırkta bulunan yavru atma oranı ise Sehar ve Özbeyaz (2005) tarafından Siyah Alaca ırkında bildirilen % 1.9 oranından daha yüksek bulunmuştur.

### Prim/Hasar Oranları

İrklara göre prim/hasar oranları Tablo 3'te verilmiştir. Toplanan sigorta primlerinin Siyah Alaca ırkında % 156.4'ü, Simental ırkında ise % 73.6'sı tekrar hasar tazminat bedeli olarak yetiştiriciye geri ödenmiştir (Şekil 3).

Tablo 3. İrklara göre Prim/Hasar oranları

İrk	Prim Bedeli (TL)	Ödenen Hasar (TL)	Hasar/Prim
Siyah Alaca	385±4.4 <sup>a</sup>	558±44.3 <sup>a</sup>	% 156.4 <sup>a</sup>
Simental	485±6.6 <sup>b</sup>	350±66.8 <sup>b</sup>	% 73.6 <sup>b</sup>



Şekil 3. İrklara göre prim ve hasar miktarları

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Siyah Alaca ve Simental ırklarının adaptasyon ve sigortadan hasar alma düzeyleri karşılaştırılmıştır. Buzağı yaşama gücü ve yavru atma oranları bakımından ırklar arasında fark görülmemiştir. Ancak Siyah Alaca ırkında inek ölü oranı ve zorunlu inek kesim oranı Simental ırkına göre daha yüksek bulunmuştur.

İl genelindeki duruma benzer olarak, ülke genelinde de Simental ırkının Siyah Alaca ırkına göre adaptasyon yeteneğinin daha yüksek olması ve et verim yeteneğinin de daha yüksek olması

yetiştiricilerin bu ırka yönelmesine neden olmaktadır. Tüm bu bilgilerin ışığında; gerek adaptasyon yeteneğinin daha yüksek olması ve gerekse et verim yeteneğinin daha yüksek olması nedeniyle son yıllarda ülke genelinde yaşanan et üretimi açığı da dikkate alındığında kombine verim yönlü Simental ırkının yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması tavsiye edilebilir.

### KAYNAKLAR

Akbulut Ö 1998. Simental Sığırların Türkiye'de Verim Performansı Üzerine Bir Değerlendirme. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg, 29(1), 1-4.



- Akman N, Kumlu S, Ertugrul M, Özkütük K, Elibol O, Aksoy F, Erdoğan G 2005. Türkiye’de Damızlık Üretimi ve Kullanımı. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası 6. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, Ankara.
- Anonim, 2016a. Hayvan İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>
- Anonim, 2016b. Küpe İle Büyükbaş Hayvan Sorgulama. <https://www.turkiye.gov.tr/gtvh-kupe-ile-buyukbas-hayvan-sorgulama>
- Anonim, 2016c. Devlet Destekli Büyükbaş Hayvan Hayat Sigortası Tarife ve Talimatlar. <http://www.tarsim.gov.tr/trsmWeb/dokumanGoster.doc?id=32454>.
- Atay, O., Yener, S.M., Bakır, G., Kaygısız, A., 1996. Ankara Atatürk Orman Çiftliğinde Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırların Yetiştirme Özellikleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Derg., 36 (1), 32-42.
- Ayaşan T, Hızlı H, Asarkaya A, Coşkun MA 2016. Growth Performance and Survival Rate Traits in Holstein Calves. Turkish Journal of Agricultural and Natural Science, 3(3): 223-228.
- Ertugrul O, Alpan O, Unal N, Azeroglu F 2000. Growth and survival of Holstein and Brown Swiss calves reared outdoors in individual hutches. Tropical animal health and production, 32(4), 257-266.
- Ertugrul O, Ünal N, Azeroğlu F, Kaya O 1998. Açıkta ve Bireysel Kulübelerde Barındırılan Buzağlarda Büyüme ve Yaşama Gücü. TÜBİTAK VHAG Proje No. 1174, 1-57.
- Hızlı H, Ayaşan T, Asarkaya A, Coşkun MA, Yazgan E. 2017. Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünde Yetiştirilen Siyah Alaca Buzağlarda Büyüme Performansı ve Yaşama Gücü. İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Derg. 7(1): 383-389.
- Karakaş E 2002. Bursa-Yenişehir İlçesinde Yetiştirilen Holştayn Buzağlarının Doğum Ağırlığı Sütten Kesim Yaşı, Süt Tüketimleri ve Yaşama Güçleri. Uludağ Üniversitesi Veteriner Fak., Derg., 21(1-2-3): 77-81
- Koç, A 2016. Simental Yetiştiriciliğinin Değerlendirilmesi: 1. Dünyada ve Türkiye'deki Yetiştiriciliği. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2016; 13(2) : 97 – 102
- Koçak S, Tekerli M, Özbeyaz C, Demirhan İ 2008. Lalahan Merkez Hayvancılık Araştırma Enstitüsün'de yetiştirilen Holştayn, Esmer ve Simental Sığırlarda Bazı Verim Özellikleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Derg., 48(2):51-57.
- Koçak S, Tekerli M, Özbeyaz C, Yüceer B 2007. Environmental and Genetic Effects on Birth Weight and Survival Rate in Holstein Calves. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 31(4), 241-246.
- Kutlu, A. 1992. Süt Sığırı İthalatındaki Amaç, Tutulacak Soy Kütüğü ve Süt Verimi Kayıtları, Mevcut Durum, Tarım Kredi Kooperatiflerince Yapılanlar Ve Öneriler. Trakya Bölgesi I. Hayvancılık Sempozyumu, Hasat Yayıncılık, 8-9 Ocak- 1992, Tekirdağ. 338-343.
- Orhan H, Efe E, Şahin M 2004. SAS Yazılımı ile İstatistik Yazılımlar. Tuğra Ofset, 122 sy, Isparta.
- Özcan M, Altinel A 1995. Siyah Alaca Sığırlarda Yaşama Gücü, Dölverimi Ve Süt Verimi Özelliklerini Etkileyen Bazı Çevresel Faktörler Üzerinde Araştırmalar. 1. Yaşama Gücü Ve Dölverimi Özellikleri. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg., 21 (1) : 19-35.
- Sehar Ö, Özbeyaz C 2005. Orta Anadolu'daki Bir İşletmede Holştayn Irkı Sığırlarda Bazı Verim Özellikleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Derg., 45(1): 9-19.
- Şahin O 2015. Simental Irkı Yetiştiriciliğinde Mevcut Durum. <http://www.dsymb.org.tr/wp-content/uploads/2016/02/Dr.ONUR-%C5%9EAH%C4%B0N.pdf>.
- Şahiner Z, Demir, H 1998. Siyah-Alaca Sığırlarda Yaşama Gücü, Büyüme, Ergin Canlı Ağırlık Ve Vücut Ölçülerini Etkileyen Bazı Çevresel Faktörler Üzerinde Araştırmalar. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg., 24(1):61-78.
- Ünal N, Ertugrul O, Alpan O 2001. Growth and survival of Simmental calves reared outdoors in individual hutches. TÜBİTAK Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi, 25(5) 789 – 795

## Farklı Mikroalg ve Ticari Yemlerin Rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller 1786) Büyümesi, Protein ve Yağ Asidi Profiline Etkisi

Kamil Mert ERYALÇIN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Fitoplankton ve Zooplankton Kültür Laboratuvarı, Fatih/İstanbul

✉: erylalcin@istanbul.edu.tr

### ÖZET

Rotifer (*Brachionus plicatilis*) deniz balıkları yetiştiriciliğinde larval dönemde kullanılan ilk canlı yemdir. Bu dönemde besince zengin ve kaliteli rotifer kullanımı larvaların hayatta kalma oranlarının yüksek olmasında rol oynamaktadır. Rotiferler esansiyel yağ asitleri, amino asitler, vitamin ve mineraller bakımından deniz balığı larvalarının doğal besinleri olan kopepodlara kıyasla besince daha eksiktir. Bu sebeple, rotifer kültüründe kısa sürede rotifer sayısının çoğaltılması ve besin değeri yüksek rotiferler elde edilmesi önem göstermektedir. Bu çalışmadaki amaç, taze olarak kültür edilen mikroalgler (*Chlorella vulgaris* ve *Dunaliella salina*) ve ticari rotifer yemleri (Ekmek mayası<sup>®</sup>, S.parkle<sup>®</sup> ve Ekmek mayası+W-3<sup>®</sup>) ile beslenen rotiferlerin büyüme performansı, besin maddeleri ve yağ asidi kompozisyonlarının incelenmesidir. *Chlorella vulgaris* ve *Dunaliella salina* sırasıyla 3N-BBM+V ve f/2 besi yerlerinde kültür edilmiş ve 7 gün süresince 5 deney yemi ile rotiferler beslenmiştir. Deney sonunda, "Ekmek mayası+W-3" karışımı ile beslenen rotifer grubu en yüksek rotifer yoğunluğuna ulaşmıştır. *Chlorella vulgaris* ile beslenen rotiferler yüksek oranda oleik asit içermiştir. Ekmek mayası ile beslenen rotifer grubunda ise EPA yüksek oranda bulunmuştur (P<0.05). Rotifer kültüründe ticari yemlerin rotiferlerin büyüme oranlarını olumlu etkilediği, bununla birlikte besin kalitesi yönünden mikroalglerin halen öneme sahip olduğu ve esansiyel besin maddelerini sağladıkları çalışmamızda görülmüştür.

DOI:10.18016/ksudobil.305572

### Makale Tarihçesi

Geliş : 11.04.2017

Kabul : 19.06.2017

### Anahtar Kelimeler

Mikroalg,  
Besleme,  
Rotifer,  
Büyüme,  
Yağ asitleri

### Araştırma Makalesi

## Effect of Different Microalgae and Commercial Feeds on Growth, Protein and Fatty Acid Profile of Rotifer (*Brachionus plicatilis*)

### ABSTRACT

Rotifer is the first live prey for marine fish larvae. At that stage, the quality of live prey such as rotifer (*Brachionus plicatilis*), which is the first feed of larvae, play an important role in survival. Rotifers are known to lack essential fatty acids (EFA), essential amino acids (EAA), vitamins and minerals in comparison to the copepods, the natural feed of marine fish larvae. Therefore, before the enrichment process, increasing growth rate of rotifer in short time with high nutritional value is very important. In this study, effects of two freshly cultured microalgae (*Chlorella vulgaris* and *Dunaliella salina*) and three commercial rotifer feeds (Beaker's yeast<sup>®</sup>, S.parkle<sup>®</sup> and Beaker's yeast+W-3<sup>®</sup>) were evaluated for growth performance, proximate composition and fatty acid profile of rotifers. *Chlorella vulgaris* ve *Dunaliella salina* were cultivated in 3N-BBM+V and f/2 medium respectively. Rotifers were fed with five experimental diets during 7 days of feeding experiment. At the end of the experiment, rotifers fed "Beaker's yeast+W3" showed highest rotifer population among experimental groups. Oleic acid level was

### Article History

Received : 11.04.2017

Accepted : 19.06.2017

### Keywords

Microalgae,  
Rotifer,  
Nutrition,  
Growth,  
Fatty acids

### Research Article

found higher in rotifer fed *Chlorella vulgaris* group and another important fatty acid EPA was found higher in rotifer fed Baker's yeast. In conclusion, that commercial products have high potential on the numbers of produced rotifers, however, microalgae are still important for obtaining high essential fatty acid profile in terms of delivering essential nutrients.

**To Cited :** Eryalçın KM 2018. Farklı Mikroalg ve Ticari Yemlerin Rotifer (*Brachionus plicatilis*, Müller 1786) Büyümesi, Protein ve Yağ Asidi Profiline Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):220-228, DOI:10.18016/ksudobil.305572.

## GİRİŞ

Deniz balıkları yetiştiriciliğinde larvaların ağız açıldıktan hemen sonra ilk kullanılan canlı yemlerin kalitesi, hayatta kalma ve büyüme oranlarının yüksek olmasında önemli rol oynamaktadır. Rotifer (*Brachionus plicatilis*) deniz balıklarının larval dönem beslenmelerinde kullanılan ilk canlı yemdir ve gerek boyut gerekse hareketlilik bakımından günümüzde larval dönemde alternatifi olmayan ve kuluçkahanelerde üretimi zorunlu olan canlı yemdir. Larvanın ağız açıklığına uygun büyüklükte olmaları dışında rotiferler esansiyel yağ asitleri, amino asitler, vitamin ve mineraller gibi bazı besin maddelerinin larvalara iletilmesi için uygundur. Ancak deniz ekosisteminde bulunan kopepodlar gibi diğer zooplankton türleri ile kıyaslandığında besinsel yönden yetersiz ve eksik oldukları bilinmektedir (Sargent *ve ark.* 1997; Nanton ve Castell, 1999; Drillet *ve ark.* 2011). Bu sebepten dolayı, birim hacimde üretilen rotifer sayısını ve besin değerlerini yükseltmek için besleme ve zenginleştirme işlemlerinde kullanılacak yem ve emülsiyonlar dikkatlice seçilmelidir.

Besin zincirinin temelini oluşturan mikroalgler, rotifer ve artemia gibi canlı yemlerin, midye gibi kabukluların, karides gibi krustaselerin beslenmesinde ve deniz balıklarının larva ve ergin safhalarında tanklarda 'yeşilsu tekniği' olarak kullanılmaktadırlar (Brown *ve ark.* 1997; Spolaore *ve ark.*, 2006). Ayrıca bazı mikroalg türleri, balık larvalarının gelişim ve hayatta kalmalarında büyük rol oynayan dokosaheksaenoik asit (DHA; 22:6n-3), eikosapentaenoik asit (EPA; 20:5n-3) ve araşidonik asit (ARA; 20:4n-6) gibi esansiyel yağ asitlerince zengindirler (Izquierdo, 2005; Borowitzka, 2013). Diğer taraftan mikroalg kültürünün getirdiği bazı risklerde bulunmaktadır. Özellikle, besin değerlerinin optimum düzeyde sağlanması, bakteriyel kontaminasyona açık olmaları, yüksek üretim maliyeti ve uzman çalışan ihtiyacı gibi dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır (Lee, 2001).

Rotifer beslenmesinde mikroalglere alternatif olarak, çeşitli ticari rotifer yemleri kullanılmaktadır. Bu ürünler yüksek besin değerine sahip olmaları ve istenildiği zaman hızlı ulaşılabilir ve hazırlanabilir olmalarından dolayı ticari işletmeler tarafından tercih edilmektedirler (Dhert *ve ark.* 2001). Bir rotifer ünitesinde, besleme işlemi ile rotiferlerin sayıca hızlı

çoğalması hedeflenmektedir. Bununla birlikte total biyokütle artmasının dışında esansiyel besin değerleri bakımından da yüksek olmaları istenir. Yaygın olarak kullanılan ekme mayası ile beslenen rotiferlerin esansiyel yağ asitlerince zayıf oldukları bilinmektedir (Olsen *ve ark.* 2004). Bundan dolayı, besleme işlemi sonrasında rotiferlerin zenginleştirme işlemi ile gerekli yağ, protein, vitamin ve minerallerin hücre içinde biriktirilmesi ve bu besin maddelerinin balık larvalarına aktarılması sağlanır.

Ekme mayası günümüzde rotiferlerin sayıca çoğaltılmasında kullanılan yaygın rotifer yemidir. Ancak maya ile üretilen rotiferlerin besin değerleri düşüktür. Bu açıdan bakıldığında maya grubumuz negatif kontrol olarak düşünülmüştür. Diğer taraftan ekme mayasının esansiyel yağ asitleri içeren W-3 (Ekme mayası+W-3) ile birlikte kullanımının etkisinin araştırılması, yaygın olarak kullanılan ticari rotifer yemleri ve taze mikroalgler ile karşılaştırılarak güncel verilerin elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada; rotifer kültüründe yaygın olarak kullanılan iki mikroalg türünün (*Dunaliella salina* ve *Chlorella vulgaris*) ve ticari rotifer yemlerinin (S.parkle, Ekme mayası ve Ekme mayası+W-3) karşılaştırılarak rotiferlerin büyüme performansı, besin değerleri ve yağ asidi kompozisyonları üzerine olan etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Deney koşulları

Yapay deniz suyu polietilen fiber tank (çalışma hacmi 135 litre) içerisinde deniz tuzu (Instant Ocean®) eklenerek hazırlanmıştır. Stok rotifer kültür tankının tuzluluk oranının % 25 olması için 25 gram L<sup>-1</sup> miktarda deniz suyu hazırlanmıştır. Hazırlanan deniz suyunun sterilizasyonu için 3 ml L<sup>-1</sup> NaClO çözeltisi tank içerisine eklenmiş ve 24 saat süre boyunca havalandırma uygulanmıştır. İstenilen pH'nın sağlanması için 24 saat sonunda nötralizasyon işlemi yapılmış, 150 mg L<sup>-1</sup> NaThioSulphate (Merck, Darmstadt, Germany) eklenerek, 24 saat süre ile havalandırma sağlanmıştır. Su sıcaklığı, deneyin yapıldığı odada bulunan bir klima ile 20±0.6 °C'de sabit tutulmuştur. Deney öncesinde ve süresince suyun kimyasal ve fiziksel değerleri günlük olarak multiparametre kullanılarak kaydedilmiştir (7.0-7.5 pH; Hannah Instruments, HI 221; 9.7±0.1 mg L<sup>-1</sup>

O<sub>2</sub>; Handy Polaris; Oxy-Guard International A/S, Birkerød, Denmark).

### Mikroalg kültürü

Mikroalg türleri CCAP (Culture Collection of Algae and Protozoa, Scotland, UK)'den temin edilmiştir. Mikroalg kültürlerinin hacimleri sırasıyla test tüpleri (50 ml.), 250 ml. ve 1000 ml. erlenmayerler kullanılarak arttırılmıştır. Tathisu türü *Chlorella vulgaris* 23°C oda sıcaklığında fototrofik olarak 1 L cam erlenmayer içerisinde, 3N-BBM+V (NaNO<sub>3</sub> + CaCl<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O + MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.3H<sub>2</sub>O + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + NaCl + iz elementler +Vitamin B<sub>1</sub> ve Vitamin B<sub>12</sub>) kültür ortamı kullanılarak üretilmiştir. Kültür edilen *Chlorella vulgaris* santrifüj sonrasında yoğun ve macun şeklindeki biyokütle elde edilmiş ve rotiferler beslenmiştir. *Dunaliella salina* 23°C sıcaklıkta, 0.22 µm filtreden geçirilmiş % 32 tuzluluğa sahip deniz suyu içeren 1 L hacmindeki erlenlerde f/2 besi yeri kullanılarak kültür edilmiştir (Reitan ve ark., 1993). Tüm mikroalgler yarı-sürekli olarak fluorsan ışık altında 12A:12K fotoperiyot olacak şekilde yetiştirilmişlerdir. Büyüme oranlarının hesaplanması için mikroalglerin günlük sayımları Neubauer Hemocytometer sayım kamarası kullanılarak yapılmıştır.

### Rotifer stok kültürü

Rotiferler (*Brachionus plicatilis*, L-tip, ortalama lorica uzunluğu 210.8±0.35 µm) Kılıç Deniz Ürünleri şirketinden temin edilmiştir. Stok rotifer kültürü 135 L hacmindeki polietilen tanklarda hazırlanmıştır. Stok kültürün başlangıç yoğunluğu 30 Rotifer ml<sup>-1</sup>

olacak şekilde alt kültürlerden yeteri miktarda ekimleri yapılarak ayarlanmıştır. Rotiferler 3 ay boyunca yarı sürekli olarak deney başlayana kadar kültür edilmiştir. Stok kültürler her hafta hasat edilerek çeşme suyu ile yıkanmış ve 75µm plankton ağından geçirilerek siliatların uzaklaştırılması sağlanmıştır. Stok rotifer kültürü hergün ekme mayası ile (0.8 g 10<sup>6</sup> Rotifer) beslenmiştir.

### Deney yemleri ve rotiferlerin büyüme performansının hesaplanması

Rotiferler stok tankından hasat edilerek deneme gruplarına, her bir deney grubunda üç tekrarlı olmak üzere eşit sayıda olacak şekilde dağıtılmış ve başlangıç yoğunluğu 30 Rotifer ml<sup>-1</sup> olarak ayarlanmıştır. Beş deney yemi 7 gün süre boyunca rotiferlere verilmiştir. Rotiferler; a) 0.6x10<sup>6</sup> hücre ml<sup>-1</sup> *Chlorella vulgaris*; b) 1x10<sup>6</sup> hücre ml<sup>-1</sup> *Dunaliella salina*; c) 0.5 g 10<sup>5</sup> rotifer Ekme mayası; d) 0.25+0.25 mg 10<sup>5</sup> rotifer Ekme mayası + W-3 (1:1); e) 0.5 mg L<sup>-1</sup> S.parkle (Inve®) sabah ve akşam olmak üzere günde 2 öğün beslenmişlerdir. Tüm deney grupları üç paralelli olacak şekilde planlanmıştır. Rotifer besleme deneyi süresince her bir deney grubunu temsil eden paralel kültürden cam pipet ile 1 ml. örnek alınmış ve günlük sayımlar *Sedgewick-Rafter* sayım kamarası kullanılarak hesaplanmıştır.

Mikroskop altında sayımları yapılmadan önce 2-3 damla Lugol solüsyon eklenerek rotiferler hareketsiz hale getirilmiştir. Deney yemlerinin besin maddeleri miktarları ve yağ asidi kompozisyonları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Taze kültür edilen mikroalg ve ticari rotifer yemlerinin besin maddeleri miktarları (P<0.05).

Besin Değerleri (%)	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Dunaliella salina</i>	Ekme Mayası	S.parkle	Ekme Mayası + W3
Ham protein	50.5±0.01 <sup>a</sup>	53.6±0.00 <sup>a</sup>	37.2±0.01 <sup>b</sup>	39.0±0.05 <sup>b</sup>	39.44±0.00 <sup>b</sup>
Ham yağ	11.2±0.02 <sup>a</sup>	9.2±0.02 <sup>a,b</sup>	7.60±0.02 <sup>c</sup>	11.9±0.06 <sup>a</sup>	9.55±0.01 <sup>b</sup>
Ham kül	7.2±0.00 <sup>a</sup>	6.5±0.01 <sup>b</sup>	7.5±0.04 <sup>a</sup>	5.1±0.02 <sup>c</sup>	6.43±0.03 <sup>b</sup>
Nem	4.3±0.01 <sup>b</sup>	3.9±0.00 <sup>c</sup>	4.2±0.03 <sup>b,c</sup>	5.0±0.02 <sup>b</sup>	6.22±0.06 <sup>a</sup>

### Biyokimyasal analizler

Besleme deneyi sonunda deneme gruplarında bulunan rotiferler 60 µm göz açıklığındaki plankton ağından süzülerek hasat edilmiştir. Hasat edilen rotiferler 5 dakika süresince filtre edilmiş steril deniz suyu ve ardından distile su ile yıkanmıştır. Rotifer biyokütlesinde bulunan su, kurutma kağıdı ile alınmış ve hemen ardından örnekler analiz edilinceye kadar saklanması için -80°C derin dondurucuda saklanmıştır. Deney yemlerinin ve deneme sonundaki rotiferlerin, nem (AOAC, 1998a), ham protein (AOAC, 1998b) ve ham yağ (Folch ve ark., 1957) miktarları analiz edilmiştir (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Yağ asidi metil esterleri IUPAC (1987) metodu kullanılarak ham yağın GLC ile ayrılması ile trasmetilasyonu sağlanmıştır (SUPELCO, 18919).

### Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması ve miktarının hesaplanması

Yağ asidi metil esterleri ham yağların metanol içerisinde %1'lik sülfirik asit çözeltisi ile transmetilasyonu sonucu elde edilmiştir (Christie, 1982). Kimyasal reaksiyon N<sub>2</sub> gazı altında karanlık ortamda 50 °C sıcaklıkta 16 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Daha sonra yağ asidi metil esterleri hexane:dietil eter (1:1 v/v) ile ekstrakte edilmiş ve NH<sub>2</sub> Sep-pack kartuşları ile saflaştırılmıştır (Waters S.A., Massachusetts, USA) (Christie, 1982). Yağ asidi metil esterleri GLC (GC-14A, Shimadzu, Tokyo, Japan) ile ayrıştırma işlemi yapılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak Supercolvax-10-fused silica kılcal kolon (uzunluk: 30 m; iç çap: 0.32 mm; Supelco,



Bellefonte, USA) içerisinde Helyum gazı kullanılmıştır. 10 dakika süresince kolon sıcaklığı 180°C uygulanmış, sıcaklık 2.5°C dakika<sup>-1</sup> oranında 215°C'ye yükseltilmiştir (Izquierdo ve ark., 1990). Yağ asidi metil esterleri FID tarafından standart yağ çözeltilisi ile karşılaştırılmalı olarak tanımlanmıştır (EPA 28, Nippai, Ltd Tokyo, Japan). Deney yemlerinin yağ asidi kompozisyonu (% kuru ağırlık) Çizelge 2'de

gösterilmiştir.

### İstatistiksel analizler

Bütün veriler Tek-yönlü ANOVA ile test edilmiş ve ortalamalar SPSS programında yer alan Duncan testi (P<0.05) kullanılarak karşılaştırılmıştır (SPSS for Windows; SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Çizelge 2. Deneyde kullanılan mikroalg ve rotifer yemlerinin yağ asidi kompozisyonları (%)

	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Dunaliella salina</i>	Ekmek Mayası	S.parkle	Ekmek Mayası + W-3
6:0	-	0.21±0.00	0.05±0.00	-	0.07±0.01
8:0	-	0.205±0.01	0.405±0.01	0.11±0.00	0.55±0.00
10:0	-	0.48±0.01	0.12±0.00	0.09±0.00	0.15±0.00
12:0	-	0.94±0.01	0.22±0.00	0.04±0.00	0.25±0.00
14:0	0.205±0.01	3.49±0.01	0.775±0.01	1.235±0.01	0.852±0.01
14:1	0.065±0.01	-	0.07±0.00	0.04±0.00	0.09±0.01
15:0	0.095±0.01	0.54±0.01	0.125±0.01	0.35±0.00	0.132±0.01
16:0	5.215±0.02	24.105±0.11	18.66±0.06	19.005±0.01	23.25±0.00
16:1	0.445±0.01	14.74±0.21	26.12±0.08	9.925±0.04	28.55±0.04
17:0	-	0.585±0.04	1.15±0.01	-	1.569±0.01
18:0	0.65±0.00	10.865±0.01	12.575±0.04	7.775±0.02	16.66±0.05
18:1n-9	3.795±0.01 <sup>c</sup>	5.73±0.03 <sup>c</sup>	32.59±0.14 <sup>a</sup>	20.91±0.01 <sup>b</sup>	36.99±0.01 <sup>a</sup>
18:2n-6	6.32±0.01 <sup>b</sup>	0.765±0.02 <sup>a</sup>	0.26±0.00 <sup>c</sup>	8.07±0.01 <sup>a</sup>	0.852±0.00 <sup>a</sup>
18:3n-3	8.66±0.01 <sup>a</sup>	1.12±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.00 <sup>b</sup>	0.92±0.03 <sup>b</sup>	0.231±0.00 <sup>b</sup>
18:3n-6	-	0.075±0.02 <sup>b</sup>	-	0.045±0.01 <sup>b</sup>	0.751±0.02 <sup>a</sup>
20:0	13.655±0.05	0.58±0.00	0.12±0.00	0.225±0.01	0.173±0.01
20:1	0.18±0.01	0.185±0.01	0.06±0.00	0.825±0.01	0.122±0.03
21:0	-	0.215±0.02	-	-	0.06±0.00
20:2	0.22±0.25	0.13±0.00	-	0.575±0.01	-
20:3n-3	-	0.1±0.00	-	-	-
20:3n-6	-	-	-	0.045±0.01	-
20:4n-6	-	0.46±0.00 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>c</sup>	0.635±0.02 <sup>a</sup>	0.233±0.00 <sup>b</sup>
20:5n-3	-	0.255±0.01 <sup>b</sup>	-	5.275±0.01 <sup>a</sup>	0.212±0.01 <sup>b</sup>
22:0	0.02±0.00	-	0.04±0.00	0.13±0.00	0.08±0.00
22:1n9	-	-	-	0.095±0.01	-
22:2	-	-	-	0.29±0.00	-
22:5n-3	-	-	-	0.865±0.01	-
22:6n-3	-	-	-	9.83±0.03 <sup>a</sup>	-
24:0	0.035±0.01	0.505±0.01	0.07±0.00	0.055±0.06	0.122±0.00
24:1	-	0.4±0.04	-	0.21±0.00	-
Σ Doymuş yağ asidi	19.875±0.04 <sup>d</sup>	44.16±0.17 <sup>a</sup>	33.84±0.02 <sup>b</sup>	28.83±0.04 <sup>c</sup>	43.918±0.01 <sup>a</sup>
Σ Tekli doymamış yağ asidi	4.485±0.01 <sup>e</sup>	20.655±0.25 <sup>d</sup>	58.84±0.22 <sup>b</sup>	32.005±0.04 <sup>c</sup>	65.752±0.00 <sup>a</sup>
Σ n-3	8.66±0.01 <sup>b</sup>	1.59±0.03 <sup>c</sup>	0.05±0.00 <sup>d</sup>	16.89±0.00 <sup>a</sup>	0.231±0.00 <sup>d</sup>
Σ n-6	6.32±0.01 <sup>a</sup>	1.3±0.03 <sup>b</sup>	0.34±0.00 <sup>c</sup>	8.795±0.01 <sup>a</sup>	1.836±0.02 <sup>b</sup>
Σ n-9	3.795±0.01 <sup>c</sup>	5.73±0.03 <sup>c</sup>	32.59±0.141 <sup>a</sup>	21.00±0.01 <sup>b</sup>	36.99±0.03 <sup>a</sup>
Σ n-3 HUFA	-	0.47±0.01 <sup>b</sup>	0.05±0.00 <sup>c</sup>	16.89±0.00 <sup>a</sup>	0.212±0.01 <sup>b</sup>
n-3/n-6	1.370±0.01 <sup>a</sup>	1.223±0.00 <sup>a</sup>	0.147±0.00 <sup>b</sup>	1.920±0.00 <sup>a</sup>	0.125±0.00 <sup>b</sup>

## BULGULAR

### Büyüme performansı

Deney sonunda, Ekmek mayası+W-3 ile beslenen rotifer grubu istatistiksel yönden S.parkle ve Ekmek mayası ile beslenen rotifer grubu ile benzer, ancak taze kültür edilerek kullanılan *Dunaliella salina* ve

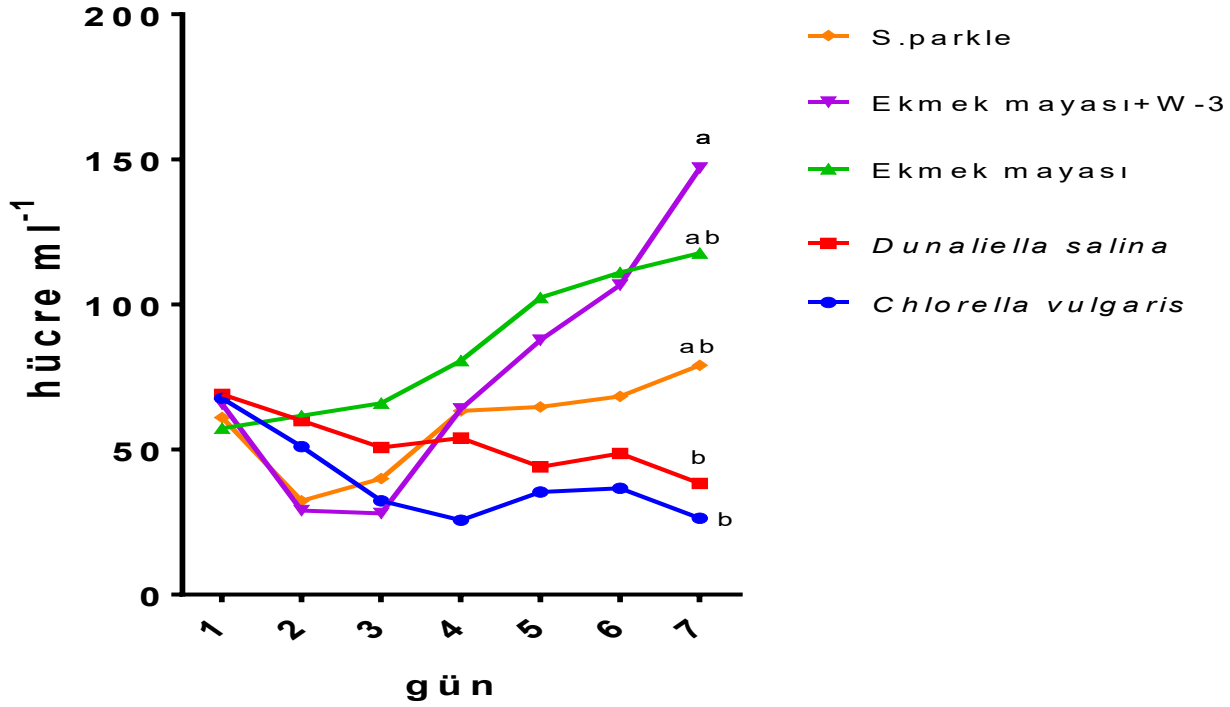
*Chlorella vulgaris* ile beslenen rotifer grubundan ise yüksek rotifer ml<sup>-1</sup> sonucu vermiştir (P<0.05) (Şekil 1).

### Rotiferlerin besin değeri analizleri

Ham protein miktarı *Chlorella vulgaris* ve *Dunaliella salina* ile beslenen rotifer gruplarında benzer ve diğer deney gruplarından ise daha yüksek bulunmuştur

( $P<0.05$ ). Bununla beraber rotiferlerin ham yağ içeriği gruplar arasında farklılık göstermiştir. S.parkle ile beslenen rotifer grubu diğer gruplar ile

kıyaslandığından istatistiksel olarak yüksek yağ içerdiği görülmüştür (Çizelge 3) ( $P<0.05$ ).



Şekil 1. Farklı yemler ile beslenen rotifer gruplarının büyüme grafiği.

Çizelge 3. Farklı yemler ile beslenmiş rotiferlerin besin maddesi kompozisyonları (%). (Değerler ortalama  $\pm$  sapma şeklinde ifade edilmiştir) (n =3 tank/yem).

Besin Değerleri (%)	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Dunaliella salina</i>	Ekmek mayası	S.parkle	Ekmek mayası + W-3
Ham Protein	58.2 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	55.21 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	38.55 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>	46.52 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	30.96 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup>
Ham Yağ	11.02 $\pm$ 0.09 <sup>b</sup>	10.12 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>	6.55 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>	15.12 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	11.22 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>
Ham Kül	11.1 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	10.0 $\pm$ 0.02 <sup>ab</sup>	9.90 $\pm$ 0.03 <sup>ab</sup>	9.2 $\pm$ 0.95 <sup>b</sup>	9.0 $\pm$ 0.78 <sup>b</sup>
Nem	15.22 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	16.8 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	10.45 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	8.9 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>	11.6 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>

#### Rotiferlerin yağ asidi kompozisyonu

Ekmek mayası ile beslenen rotifer grubunda palmitik asit (16:0) seviyesi düşük bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Oleik asit (18:1n-9) *Chlorella vulgaris* ile beslenen deney grubunda diğer yemlerle beslenen rotifer gruplardan istatistiksel olarak farklı ve yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Linoleik asit (18:2n-6) seviyesi sadece

*Chlorella vulgaris* ile beslenen grupta rastlanmıştır. Bununla birlikte uzun zincirli yağ asitlerinden eikosapentaenoik asit (20:5n-3) sadece ekmek mayası ile beslenen rotifer grubunda elde edilmiştir. Uzun zincirli yağ asitlerinden araşidonik asit (20:4n-6) ve dokosahekzaenoik asit (22:6n-3) ise bütün deney gruplarında rastlanmamıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Deney sonunda farklı yemler ile beslenmiş rotiferlerin yağ asidi kompozisyonları (P &lt; 0.05).

	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Dunaliella salina</i>	Ekmek mayası	S.parkle	Ekmek mayası + W-3
10:0	-	-	-	0.66±0.06	-
12:0	0.42±0.14	-	0.435±0.13	2.025±0.08	10.475±0.11
14:0	6.985±0.04	6.515±0.05	5.33±0.01	12.505±0.12	15.15±0.61
15:0	1.88±0.07	1.445±0.01	1.67±0.14	1.77±0.07	1.99±0.28
16:0	46.37±0.92 <sup>a</sup>	45.74±0.18 <sup>a</sup>	28.675±0.57 <sup>b</sup>	46±09±0.54 <sup>a</sup>	47.68±0.35 <sup>a</sup>
16:1	-	0.41±0.00	-	-	-
17:0	1.745±0.06	1.96±0.06	2.355±0.06	1.335±0.05	1.735±0.01
18:0	20.01±0.61 <sup>b</sup>	13.355±0.15 <sup>c</sup>	25.405±0.11 <sup>a</sup>	21.26±0.30 <sup>b</sup>	22.44±0.66 <sup>b</sup>
18:1n-9	2.72±0.01 <sup>a</sup>	0.535±0.01 <sup>b</sup>	0.575±0.06 <sup>b</sup>	0.52±0.03 <sup>b</sup>	-
18:2n-6	1.205±0.08 <sup>a</sup>	-	-	-	-
18:3n-3	-	-	-	-	-
18:3n-6	-	-	-	-	-
20:0	0.735±0.09	0.395±0.01	0.8±0.20	0.445±0.01	-
20:1	-	-	0.635±0.16	-	-
20:2	-	-	0.685±0.15	-	-
21:0	-	1.345±0.08	-	-	-
20:3n-3	-	1.17±0.16	-	-	-
20:5n-3	-	-	2.015±0.29 <sup>a</sup>	-	-
22:0	1.895±0.05	-	-	1.5±0.21	-
22:2	-	0.66±0.14	2.94±0.03	-	-
22:5n-3	-	-	-	-	-
22:6n-3	-	-	-	-	-
24:0	2.32±0.06	0.995±0.02	1.825±0.12	2.23±0.10	-
<b>Σ Doymuş yağ asidi</b>	82.36±1.39	71.75±0.21	66.49±0.55	89.82±1.20	99.47±0.47
<b>Σ Tekli doymamış yağ asidi</b>	2.72±0.01 <sup>a</sup>	0.945±0.01 <sup>c</sup>	1.21±0.10 <sup>b</sup>	0.52±0.03 <sup>d</sup>	-
<b>Σ n-3</b>	-	1.17±0.16 <sup>b</sup>	2.015±0.29 <sup>a</sup>	-	-
<b>Σ n-6</b>	1.205±0.08	-	-	-	-
<b>Σ n-9</b>	2.72±0.01 <sup>a</sup>	0.535±0.01 <sup>b</sup>	0.575±0.06 <sup>b</sup>	0.52±0.03 <sup>b</sup>	-
<b>Σ n-3 HUFA</b>	-	1.17±0.16 <sup>b</sup>	2.015±0.29 <sup>a</sup>	-	-

(Değerler ortalama ± sapma şeklinde ifade edilmiştir) (n =3 tank yem<sup>-1</sup>).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Deniz balıkları kuluçkahanelerinde yapılan rotifer kültürünün birinci amacı, yüksek sayıda rotifer üretmektir. Rotifer kültüründe kullanılan yemler ve besleme yöntemi üretilen rotiferlerin miktarını ve besinsel kalitesini etkilemektedir. Özellikle yarı sürekli üretim metodu uygulanan ticari canlı yem ünitelerinde rotifer yoğunluğunun fazla olması rotifer kültüründeki temel amaçtır. Rotifer beslenmesinde yaygın olarak, ticari rotifer besinleri, toz mikroalg ürünleri ve işletmede üretilen canlı-taze mikroalgler kullanılmaktadır. Rotifer besinleri arasında ekmek mayasının, mikroalg kökenli yemler ile karşılaştırıldığında daha yüksek üretim miktarı sağladığı bildirilmiştir (Qie ve ark., 1994). Kültür edilen rotiferlerin besinsel değerleri kullanılan besinlerin protein ve yağ içerikleri ile doğru

orantılıdır. Bundan dolayı, kullanılan besinler ve besleme yöntemleri rotiferlerin sadece sayı olarak yüksek miktarda üretilmeleri için değil aynı zamanda besinsel yönden ve hasat sayıları için de önem göstermektedir (Dhert ve ark. 2001; Dhert ve ark. 2014).

*Dunaliella salina* ve *Chlorella vulgaris* türleri hızlı büyüme potansiyeline sahip olduklarından dolayı su ürünleri yetiştiricilik sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Hemaiswarya ve ark., 2011). Bu iki tür aynı zamanda rotifer ve artemia'da içermiş oldukları besin değerlerinden dolayı zenginleştirme işleminde de kullanılmıştır (Zaki ve Saad, 2010). Yaş-taze mikroalg kullanımının önemi son zamanlarda yapılan kopepod yetiştiriciliği çalışmalarında da öne çıkmaktadır (Arndt ve Sommer, 2014). Maruyama ve ark. (1997) *Chlorella vulgaris*'in benzer besinsel

özelliklerinden dolayı *Nannochloropsis oculata* 'ya alternatif olarak kullanılabilirdiğinden bahsetmiştir. Aynı araştırmacılar yaptıkları bir diğer çalışmada *Chlorella vulgaris*'in zenginleştirilerek kullanımının rotiferlerin W-3 yağ asidi içeriğini olumlu etkilediğinden de bahsetmişlerdir (Maruyama ve ark., 2006). Sayın ve ark. (2000) beş mikroalg türünün rotifer beslenmesinde kullanımını değerlendirmişler ve *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis chuii*, *Rhinomonas reticulata* ve *Pavlova lutheri* türleri ile karşılaştırıldığında *Chlorella vulgaris*'in rotiferler tarafından en fazla sindirilen tür olduğunu not etmişlerdir. Ancak bu iki çalışmada da mikroalgler herhangi bir vitamin ve mineral ile zenginleştirme işlemi uygulanmamıştır. Son zamanlarda mikroalglerin besinsel özelliklerinin farklı esansiyel vitamin ve mineraller ile birlikte kullanımının daha iyi büyüme performansı verdiği görülmüştür. Mikroalglerin Selenyum (Se) gibi mikro elementler ile zenginleştirildiğinde rotiferler üzerinde olumlu etkilerinden bahsedilmektedir. Kim ve ark. (2014) Se ile zenginleştirilmiş *Chlorella vulgaris* ile *Nannochloropsis oculata* ile beslenen rotiferlerin Se ile zenginleştirilmeyen *Chlorella vulgaris* ve *Nannochloropsis oculata* ile beslenen rotifere kıyasla daha yüksek büyüme yoğunluğu elde etmişlerdir. Elde edilen veriler incelendiğinde zenginleştirme işleminin günümüz bilgileri ışığında artık mikroalglerde de yapılmasının önemi vurgulanmaktadır. Buna ek olarak, *Chlorella vulgaris* kullanımının boyutça daha küçük olan *Proales similis*'in hücre yoğunluğu ve spesifik büyüme oranı değerini arttırdığı bildirilmiştir (Lee ve ark., 2016). Bu bulgulardan farklı olarak yapmış olduğumuz laboratuvar denemesinde, L-tip rotifer (*Brachionus plicatilis*) beslenmesinde *Chlorella vulgaris*'in 7 gün kullanımı sonucunda rotiferlerin hücre yoğunluğu diğer gruplarla karşılaştırıldığında düşük bulunmuştur. Bunun bir sebebi, tatlısu *Chlorella* türünün B<sub>12</sub> vitamini ile beraber kullanıldığında, rotiferlerin B<sub>12</sub> vitamini kullanılmayan *Chlorella* grubuna kıyasla daha yüksek büyüme performansı göstermesi olabilir (Hirayama ve ark. 1989; Hayashi ve ark. 2007). Deneyde kullandığımız yemlerin temel besin değerlerine bakıldığında, en yüksek protein ve yağ oranı *C.vulgaris*'te görülmüştür. Bu besin maddelerinin yüksek olmasına karşılık rotiferlerde yüksek büyüme oranını "Ekmek Mayası+W-3" grubu sağlamıştır. Bunun bir sebebi ekmek mayasının içerdiği yüksek orandaki B<sub>12</sub> vitamin içeriği olduğu söylenebilir. Diğer taraftan W-3 içerdiği esansiyel yağ asitleri ile rotiferlerin yağ asidi profilini desteklediğini ve yumurta verimliliğini artırarak total rotifer biyomasını arttırdığı görülmektedir (Li ve Olsen, 2015).

Rotifer besleme çalışmamızda, kullanılan bir diğer mikroalg türü *Dunaliella salina* da *Chlorella* grubu

gibi ticari yemler ile kıyaslandığında rotiferlerin büyümesinde artış göstermemiştir. *Dunaliella salina* yüksek oranda içerdiği yağlar ile birlikte β-karoten içermesi ile öne çıkmakta ancak hızlı çoğalması sebebi ile benzer olarak *Dunaliella tertiolecta* gibi farklı mikroalg türleriyle beraber su ürünleri canlı yem üretiminde ve biyoteknoloji alanında kullanılmaktadır (Pulz ve Gross, 2004). *Dunaliella* türlerinin içerdiği yüksek besin maddeleri sebebi ile toz formda da insan gıdası ve yem katkı maddesi olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır (Spolaore ve ark., 2006). Günümüzde rotiferlerin kopepodların içerdiği esansiyel besin maddelerine benzerlik sağlaması için besinsel içeriğinin ve kalitesinin artırılması çalışmaları hız kazanmıştır. Rotifer beslenmesinde geleneksel olarak kullanılan maya ve mikroalg gibi yemlerin yerini giderek Se, Çinko (Zn), Bakır (Cu) ve Mangan (Mn) gibi çeşitli mineralce zenginleştirilmiş maya yada mikroalgler almaktadır (Penglase ve ark., 2011; Riberio ve ark., 2011; Norgreen ve ark., 2013).

Yapmış olduğumuz rotifer besleme çalışmasında, farklı besinler ile beslenen rotifer biyokütlerinin hiçbirinde uzun zincirli esansiyel yağ asitlerine rastlanmamıştır. Benzer bulgular Kobayashi ve ark., (2008) tarafından da rapor edilmiş, *Nannochloropsis oculata* ve *Chlorella* ile beslenen gruplarda DHA gibi uzun zincirli doymamış yağ asitlerine rastlanmamıştır. Bu verilere ek olarak, Kennari ve ark., (2008) rotiferlerin *Chlorella* ya da *Scenedesmus* ile beslendiklerinde, DHA'nın vücutlarında toplanmadığından bahsetmiştir. Bu bulgular rotiferlerin oldukça hızlı yem alımı ve sindirim oranı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca beslemede kullanılan mikroalg türleri de yağ asidi kompozisyonunun direk olarak etkilemektedir. *Schizochytrium* sp. ve *Cryptocodinium cohnii* gibi heterotrofik türlerde veya akuakültürde sıklıkla kullanılan *Isochrysis galbana* gibi türler yağ asidi profilini yükseltmektedir (Ganuza ve ark., 2008; Ferreira ve ark., 2008). Ancak rotiferler aldıkları yağ ve protein içeriklerini hareket ve yumurta üretimi gibi yüksek enerji ihtiyaçları için kullanmaktadırlar. Bu sebeple, rotiferlerin yumurta verebilmeleri için ticari rotifer üretiminde sık aralıklı olmak üzere günde en az 4 ve en çok 8 öğün besin verilmektedir. Zenginleştirme işlemi ise rotifer beslenmesini takip eden süreçte gerekmektedir. Çalışmamızda, S.parkle ve "Ekmek mayası +W-3" yemleri yağ asitleri bakımından iyi bir etki yapmamış ancak rotifer yoğunluğunu arttırmıştır. Sonuç olarak, rotifer kültüründe ekmek mayasının rotiferler için içerdiği yüksek orandaki B<sub>12</sub> vitamini ile halen vazgeçilmez öneme sahip olduğu görülmüştür. Ancak, ekmek mayası kullanımının mikroalgler ile kıyaslandığında suyu kirletici özelliği, bakteri oluşturması ve suyun pH değerini değiştirdiği de unutulmamalıdır (Nhu, 2004). Bununla birlikte,



maya kullanımını ile beraber W-3 kullanımının özellikle rotifer stok yoğunluğunun yükselmesinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz bu bulgu, ticari ölçekte canlı yem üretimi yapan deniz balığı larva ve yavru balık kuluçkahanelerinde uygulandığında, üretilen rotifer sayısını yüksek oranda etkilemesi yönünden önem teşkil etmektedir. Çoklu yem kullanımının daha iyi sonuç vermesinden dolayı çalışmamızda da görüldüğü gibi karışım ürünlerin kullanılabilmesi not edilmelidir. İleriki çalışmalarda, ticari rotifer besinlerinin içerdiği oldukları besin kompozisyonlarına benzer formülasyonlar geliştirilmesi ve mikroalg ile beraber farklı vitamin ve mineral kullanımının rotiferlerdeki yem alım oranları, sindirim hızları ve büyüme parametrelerine olan etkileri araştırılmalıdır.

### TEŞEKKÜR

Projenin gerçekleşmesinde katkısı bulunan İstanbul Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (İ.Ü. BAP Proje no: 28086 ve Proje No: HIZAP 23773).

### KAYNAKLAR

- AOAC 1998a. Official method 980.46, Moisture in meat. Meat and meat products (Official Methods of Analysis of AOAC International: Ed. Soderberg, D.L. Gaitherbury, Maryland, USA).
- AOAC 1998b. Official method 955.04, Nitrogen (total) in seafood. Fish and other marine products (Official methods of analysis of AOAC International: Ed: James M. Hungerford and P. Cunniff).
- Arndt C, Sommer U 2014. Effect of algal species and concentration on development and fatty acid composition of two harpacticoid copepods, *Tisbe* sp. and *Tachidius discipes*, and a discussion about their suitability for marine fish larvae. *Aquaculture Nutrition*, 20(1): 44-59.
- Borowitzka MA, 2013. High-value products from microalgae their development and commercialisation. *Journal of Applied Phycology*, 25(3): 743-756.
- Brown MR, Jeffrey SW, Volkman JK, Dunstan GA 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. *Aquaculture*, 151(1): 315-331.
- Christie WW 1982. *Lipid Analysis*. Pergamon Press, Oxford, UK.
- Dhert P, Rombaut G, Suantika G, Sorgeloos P 2001. Advancement of rotifer culture and manipulation techniques in Europe. *Aquaculture*, 200(1): 129-146.
- Dhert P, King N, O'Brien E 2014. Stand-alone live food diets, an alternative to culture and enrichment diets for rotifers. *Aquaculture*, 431: 59-64.
- Drillet G, Frouël S, Sichlau MH, Jepsen PM, Højgaard JK, Joarder AK, Hansen BW 2011. Status and recommendations on marine copepod cultivation for use as live feed. *Aquaculture*, 315(3): 155-166.
- Ferreira M, Maseda A, Fábregas J, Otero A 2008. Enriching rotifers with "premium" microalgae. *Isochrysis aff. galbana clone T-ISO*. *Aquaculture*, 279(1), 126-130.
- Folch JL, Lees M, Stanley GHS 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226:497-509.
- Ganuza E, Benitez-Santana T, Atalah E, Vega-Orellana O, Ganga R, Izquierdo M 2008. *Cryptocodinium cohnii* and *Schizochytrium* sp. as potential substitutes to fisheries-derived oils from seabream (*Sparus aurata*) microdiets. *Aquaculture*, 277:109-116.
- Hayashi M, Yukino T, Watanabe F, Miyamoto E, Nakano Y 2007. Effect of vitamin B12-enriched thraustochytrids on the population growth of rotifers. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 71(1): 222-225.
- Hemaiswarya S, Raja R, Kumar RR, Ganesan V, Anbazhagan C 2011. Microalgae: a sustainable feed source for aquaculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(8): 1737-1746.
- Hirayama K, Maruyama I, Maeda T 1989. Nutritional effect of freshwater *Chlorella* on growth of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Hydrobiologia*, 186(1): 39-42.
- IUPAC 1987. *Standart Methods for The Analysis of Oils, Fats and Derivatives*. 6th Edition (Fifth Edition Method II.D.19), Pergamon Press, Oxford, 96-102.
- Izquierdo MS, Watanabe T, Takeuchi T, Arakawa T, Kitajima C 1990. Optimal EFA levels in *Artemia* to meet the EFA requirements of red seabream (*Pagrus major*) (The Current Status of Fish Nutrition in Aquaculture: Ed. by Takeda M, Watanabe T) 221-232.
- Izquierdo MS 2005. Essential fatty acid requirements in Mediterranean fish species. *Cah. Options Mediterr*, 63: 91-102.
- Lee YK 2001. Microalgal mass culture systems and methods: their limitation and potential. *Journal of Applied Phycology*, 13(4): 307-315.
- Lee BI, Kim DJ, Kim SK, Lee NS, Hagiwara A, Kwon ON, Park HG, Park JC 2016. Optimal Food and Concentration for Growth of Small Rotifer, *Proales similis*. *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, 28(2): 315-322.
- Kennari AA, Ahmadifard N, Seyfabadi J, Kapourchali MF 2008. Comparison of growth and fatty acids composition of freshwater rotifer, *Brachionus calyciflorus* Pallas, fed with two types of microalgae at different concentrations. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39(2): 235-242.
- Kim HJ, Nakamura K, Hagiwara A 2014. Dietary effect of selenium-fortified *Chlorella vulgaris* on reproduction of *Brachionus plicatilis* species

- complex (Rotifera: Monogononta). *International Review of Hydrobiology*, 99(1-2): 161-165.
- Kobayashi T, Nagase T, Hino A, Takeuchi T 2008. Effect of combination feeding of *Nannochloropsis* and freshwater *Chlorella* on the fatty acid composition of rotifer *Brachionus plicatilis* in a continuous culture. *Fisheries science*, 74(3): 649-656.
- Li K, Olsen Y 2015. Effect of enrichment time and dietary DHA and non-highly unsaturated fatty acid composition on the efficiency of DHA enrichment in phospholipid of rotifer (Brachionus Cayman). *Aquaculture*, 446: 310-317.
- Maruyama I, Nakao T, Shigeno I, Ando Y, Hirayama K 1997. Application of unicellular algae *Chlorella vulgaris* for the mass-culture of marine rotifer Brachionus. *Hydrobiologia*, 358(1-3): 133-138.
- Maruyama I, Yamamoto S, Hayashi M, Murata O 2006. Rotifers fed with n-3 highly unsaturated fatty acid-enriched *Chlorella vulgaris* are suitable for the rearing of larval red sea bream *Pagrus major*. *Aquaculture Science*, 54(2): 229-230.
- Nanton DA, Castell JD 1999. The effects of temperature and dietary fatty acids on the fatty acid composition of harpacticoid copepods, for use as a live food for marine fish larvae. *Aquaculture* 175: 167-181.
- Nhu CV 2004. A Comparison of yield and quality of the rotifer (*Brachionus plicatilis*-L. Strain) fed different diets under aquaculture conditions, Vietnam. *Asian Fisheries Science*, 17: 357-363.
- Nordgreen A, Penglase S, Hamre K 2013. Increasing the levels of the essential trace elements Se, Zn, Cu and Mn in rotifers (*Brachionus plicatilis*) used as live feed. *Aquaculture*, 380:120-129.
- Olsen Y, Van der Meer T, Reitan KI 2004. First Feeding Technology (Moksness E, Kjorsvik E, Olsen Y) 279-333.
- Qie G, Reitan KI, Olsen Y 1994. Comparison of rotifer culture quality with yeast plus oil and algal-based cultivation diets. *Aquaculture International*, 2(4): 225-238.
- Penglase S, Hamre K, Sweetman JW, Nordgreen A 2011. A new method to increase and maintain the concentration of selenium in rotifers (*Brachionus* spp.). *Aquaculture*, 315(1): 144-153.
- Pulz O, Gross W 2004. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied microbiology and biotechnology*, 65(6): 635-648.
- Ribeiro ARA, Ribeiro L, Dinis MT, Moren M 2011. Protocol to enrich rotifers (*Brachionus plicatilis*) with iodine and selenium. *Aquaculture Research*, 42(11): 1737-1740.
- Reitan KI, Rainuzzo JR, Øie G, Olsen Y 1993. Nutritional effects of algal addition in first-feeding of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae. *Aquaculture*, 118(3): 257-275.
- Sargent JR, McEvoy LA, Bell JG 1997. Requirements, presentation and sources of Polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. *Aquaculture* 155: 117-127.
- Spolaore P, Joannis-Cassan C, Duran E, Isambert A 2006. Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101(2): 87-96.
- Sayın S, Işık O, Polat S 2000. The feeding of the rotifer *Brachionus plicatilis* Müller, 1786 with different microalgae species, *Isochrysis galbana* Parke, *Tetraselmis chuii* (Bucker), *Rhinomonas reticulata* (Lucas) Novamizo, *Pavlova lutheri* (Droop) Green and *Chlorella vulgaris* (Beijerinck). *Turkish Journal of Biology*, 24: 87-95.
- Zaki MI, Saad H 2010. Comparative study on growth and survival of larval and juvenile *Dicentrarchus labrax* rearing on rotifer and Artemia enriched with four different microalgae species. *African Journal of Biotechnology*, 9(24): 3676-3688.

## Özlüce Baraj Gölü'nde Yaşayan *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Bazı Populasyon Parametreleri

Mücahit EROĞLU<sup>1</sup> , Mustafa DÜŞÜKCAN<sup>1</sup> , Mehmet Zülfü ÇOBAN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ, Türkiye, <sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Keban Meslek Yüksek Okulu, Elazığ, Türkiye

✉: meroglu44@firat.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma, Ekim 2015 - Mart 2016 tarihleri arasında Elazığ ve Bingöl il sınırları içerisinde bulunan Özlüce Baraj Gölü'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplam 376 adet (153 erkek, 223 dişi) *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) örneği incelenmiş, örneklerin I-XII yaş grupları arasında dağılım gösterdiği ve dişi:erkek oranının 1:1,46 olduğu belirlenmiştir. Total boylar (TL) erkek bireylerde 15,9-39,7 cm ve dişi bireylerde 18,1-46,7 cm; total ağırlıklar (W) erkeklerde 35,0-592,9 g ve dişilerde 48,0-1190,0 g; kondisyon faktörleri ise erkeklerde 0,672-1,544, dişilerde ise 0,541-1,494 arasında değişmiştir. Boy-ağırlık ilişkileri erkeklerde  $W=0,0066*TL^{3,0928}$  ( $R^2=0,95$ ), dişilerde  $W=0,0072*TL^{3,0644}$  ( $R^2=0,89$ ) ve populasyon genelinde ise  $W=0,0071*TL^{3,0702}$  ( $R^2=0,94$ ) olarak tespit edilmiştir. von Bertalanffy büyüme parametreleri (VBBD) parametreleri erkek bireylerde  $L_{\infty}=47,12$  cm,  $K=0,12$ ,  $t_0=-2,78$ ,  $W_{\infty}=987,26$  g; dişi bireylerde  $L_{\infty}=50,59$  cm,  $K=0,14$ ,  $t_0=-1,99$ ,  $W_{\infty}=1200,24$  g ve tüm populasyon için ise  $L_{\infty}=49,83$  cm,  $K=0,13$ ,  $t_0=-2,13$ ,  $W_{\infty}=1155,83$  g olarak hesaplanmıştır.

DOI:10.18016/ksudobil.309596

### Makale Tarihi

Geliş : 28.04.2017

Kabul : 22.06.2017

### Anahtar Kelimeler

*Capoeta umbla*,  
Büyüme özellikleri,  
Özlüce Baraj Gölü,  
Yaş

### Araştırma Makalesi

## Some Population Parameters of *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) Living in Özlüce Dam Lake, Turkey

### ABSTRACT

This study was conducted between October 2015 and March 2016 in Özlüce Dam Lake located between Elazığ and Bingöl. A total of 376 (153 male, 223 female) *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) samples were examined in the study and it was determined that the samples were distributed among the I-XII age groups and female/male ratio was determined as 1:1.46. Total lengths were determined as 15.90-39.70 cm in males and 18.10-46.70 cm in females. Total weights were measured as 35.0-592.9 g for males and 48.0-1190.0 g for females; the condition factors were computed as 0.672-1.544 for males and 0.541-1.494 for females. Length-weight relationship equations were estimated as  $W=0,0066*TL^{3,0928}$  ( $R^2=0,95$ ) for males,  $W=0,0072*TL^{3,0644}$  ( $R^2=0,89$ ) for females and  $W=0,0071*TL^{3,0702}$  ( $R^2=0,94$ ) for all population. The von Bertalanffy growth equation (VBGE) parameters were calculated as  $L_{\infty}=47,12$  cm,  $K=0,12$ ,  $t_0=-2,78$ ,  $W_{\infty}=987,26$  g for males,  $L_{\infty}=50,59$  cm,  $K=0,14$ ,  $t_0=-1,99$ ,  $W_{\infty}=1200,24$  g for females and  $L_{\infty}=49,83$  cm,  $K=0,13$ ,  $t_0=-2,13$ ,  $W_{\infty}=1155,83$  g for all population.

### Article History

Received : 28.04.2017

Accepted : 22.06.2017

### Keywords

*Capoeta umbla*,  
Growth properties,  
Özlüce Dam,  
Age

### Research Article

To Cited : Eroğlu M, Düşükcan M, Çoban MZ 2018. Özlüce Baraj Gölü'nde Yaşayan *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Bazı Populasyon Parametreleri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):229-238, DOI:10.18016/ksudobil.309596.

### GİRİŞ

Temelde elektrik enerjisi üretmek, taşkın kontrolü, içme ve sulama suyu sağlamak amacı ile kurulan barajların ardında oluşan rezervuarlar, sportif ve ticari balıkçılık açısından önemli bir potansiyele

sahiptir. Akarsuyun setle kapatılması, ortamda yaşayan canlılar açısından son derece önemli değişimlerin ortaya çıkmasına neden olur. Yeni ortam ne tam bir göl ne de akarsudur; kendine özgü limnolojik, hidrolojik ve ekolojik özelliklere sahip

karmaşık bir ekosistemdir. Rezervuarlarda bulunan canlı türleri, rezervuar oluşmadan önce nehir havzasında yaşayan türlerden köken almaktadır. Böylesine karmaşık bir ortamda canlıların başarılı popülasyonlar oluşturabilmeleri, türlerin uyum yeteneğine bağlıdır. Balıkçılık açısından önemli bir potansiyel oluşturan rezervuarlarda balıkçılık çalışmalarının verimli şekilde sürdürülebilmesi, balık popülasyonlarının ortama uyum ve gelişimlerinin izlenmesi ile sağlanabilir (Kırankaya ve Ekmekçi, 2007).

*Capoeta umbla*'nın az çok silindirik yapılı olan vücudu yanlardan hafifçe basılmış olup, küçük pullarla örtülüdür. Burnu küt, ağzı büyük ve enine yarıklı şeklindedir. Dudaklar boynuzsuz yapıdaki sert bir deri ile örtülmüştür. Ağız köşelerinde bir çift küçük bıyık vardır. Dorsal yüzgecin sonuncu kemik ışını az gelişmiştir ve posteriyor kenarında küçük dişçikler bulunur. Renk, sırtta koyu esmer, yanlarda kahverengi-sarı, karın bölgesinde ise çoğu zaman kirli beyaz bir görünümdedir. Fırat ve Dicle nehir sistemlerinin yukarı havzalarında yayılış gösterirler (Geldiay ve Balık, 2007). *Capoeta umbla* ile ilgili olarak daha önce farklı su kaynaklarında çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Ekingen ve Sarıyüpeoğlu, 1981; Aydın ve Şen, 2002; Türkmen ve ark., 2002; Yüksel, 2002; Yüce ve Şen, 2003; Bayır ve ark., 2007; Çoban ve Şen, 2011; Gündüz ve ark., 2015).

Bu tür, ekonomik öneme sahip olduğu için Özlüce Baraj Gölü'nde avcılığı yapılan bir türdür. Bu nedenle, Peri Çayı üzerinde inşa edilen ilk baraj olan Özlüce Barajı'nda su tutma işleminin başlamasıyla birlikte ortaya çıkan rezervuarın ihtiyofaunasında yer alan *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nin bazı popülasyon parametrelerinin hesaplanması amaçlanmıştır ve bu konudaki ilk çalışmadır. Bu çalışma ile yeni bir rezervuar olan Özlüce Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta umbla*'nın büyüme performanslarını saptamak, böylece ekonomik balıkçılık ve aynı alanda yapılacak diğer araştırmalarla karşılaştırma olanağı sağlayabilecek verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

### MATERYAL ve METOT

Özlüce Barajı, Peri Çayı üzerinde enerji üretmek amacıyla 1992-2000 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Gövde dolgu tipi kaya olan barajın gövde hacmi 14.000.000 m<sup>3</sup>, talveg kotu 144 m, normal su kotunda göl hacmi 1075 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda gölalanı 26 km<sup>2</sup>'dir. Barajın kurulu gücü 170 MW olup, yıllık elektrik enerjisi üretimi 413 GWh'tır (Anonim, 2017a).

Örnekleme çalışmaları, Ekim 2015 – Mart 2016 tarihleri arasında ve tüm popülasyonu yansıtabilecek şekilde Özlüce Baraj Gölü (Şekil 1)'nin farklı bölgelerinden yapılmıştır.



Şekil 1. *Capoeta umbla* örneklerinin yakalandığı Özlüce Baraj Gölü (Anonim, 2017b).

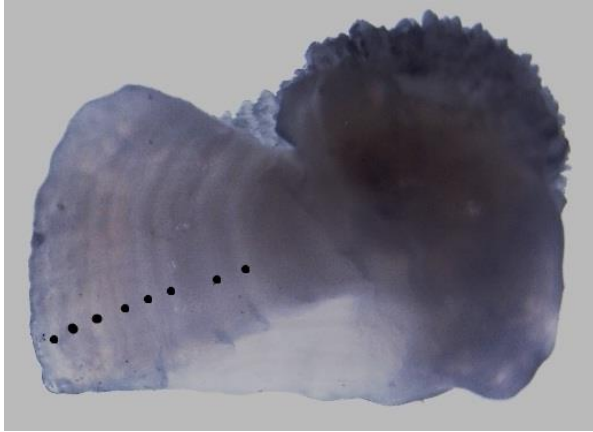
Avcılık operasyonlarında sade ve fanyalı uzatma ağları (ağ göz açıklığı 18-60 mm arasında değişen) kullanılmıştır. Balıkların vücut ağırlıkları 1 g hassasiyetli terazide, boyları ise 1 mm taksimatlı ölçüm tahtasında belirlenmiştir. Yaş tayinleri

otolitler (Şekil 2) kullanılarak yapılmıştır (Ekingen ve Polat, 1987; Aydın ve Şen, 2002).

Balıkların eşey tayinleri Lagler ve ark. (1977)'na göre yapılmıştır. Kondisyon faktörü (K), Pauly (1984)'nin önerdiği formülle;  $K=(W/L^3)*100$



hesaplanmıştır (Burada; K: Kondisyon faktörü, W: Vücut ağırlığı; L: Total boy'dur).



Şekil 2. *Capoeta umbla*'da yaş tayini yapılan otolitte yaş halkalarının görünümü.

Popülasyonun boyca ve ağırlıkça büyümesi “von Bertalanffy” denklemi ve boy-ağırlık ilişkileri ise “Le Cren” büyüme denklemi ile ifade edilmiştir (Sparre ve Venema, 1998). Bu çalışmada elde edilen büyüme parametrelerinin daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılması için Munro ve Pauly (1983) tarafından geliştirilen Phi Prime testi uygulanmıştır.

Boy-Ağırlık ilişkisi:  $W = a \cdot L^b$

Boyca büyüme:  $L_t = L_\infty \cdot (1 - e^{-K(t - t_0)})$

$\hat{\phi} = \log K + 2 \cdot \log L_\infty$

Ağırlıkça büyüme:  $W_t = W_\infty \cdot (1 - e^{-K(t - t_0)})^b$

von Bertalanffy büyüme parametreleri ( $L_\infty$ , K ve  $t_0$ ) ve standart hataları yaş ve ortalama uzunluk verileri kullanılarak FAO-ICLARM FISAT II paket programı ile hesaplanmıştır (Gayanilo ve ark., 2005) (Burada; a-b: Boy-ağırlık ilişkisindeki regresyon sabitleri;  $L_\infty$ - $W_\infty$ : Asimtotik boy ve ağırlık değerleri ; K: Brody'nin büyüme katsayısı;  $t_0$ : Balığın boyunun 0 olduğu yaş;  $\hat{\phi}$ : Phi Prime katsayısıdır).

Total boy, ağırlık, yaş ve cinsiyetler arasındaki ilişkiler student's t testi ile, boy-frekans dağılımları

Kolmogorow-Smirnov testi ile ve dişi:erkek oranları  $\chi^2$  testi ile istatistiksel olarak incelenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi Microsoft Office Excel 2010 ve SPSS 22.0 paket programları kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen istatistiksel bulgular Fowler ve Cohen (1992) ve Efe ve ark. (2000)'na göre yorumlanmıştır.

## BULGULAR

### Yaş ve Eşey Dağılımı

Araştırma süresince incelenen 376 adet sarı balık (*C. umbla*) örneğinin %40,69'unu (153 adet) erkek, %59,31'ini (223 adet) dişi bireylerin oluşturduğu ve popülasyonun I-XII yaş grupları arasında dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Populasyondaki eşey oranı (Dişi:Erkek) 1:1,46 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

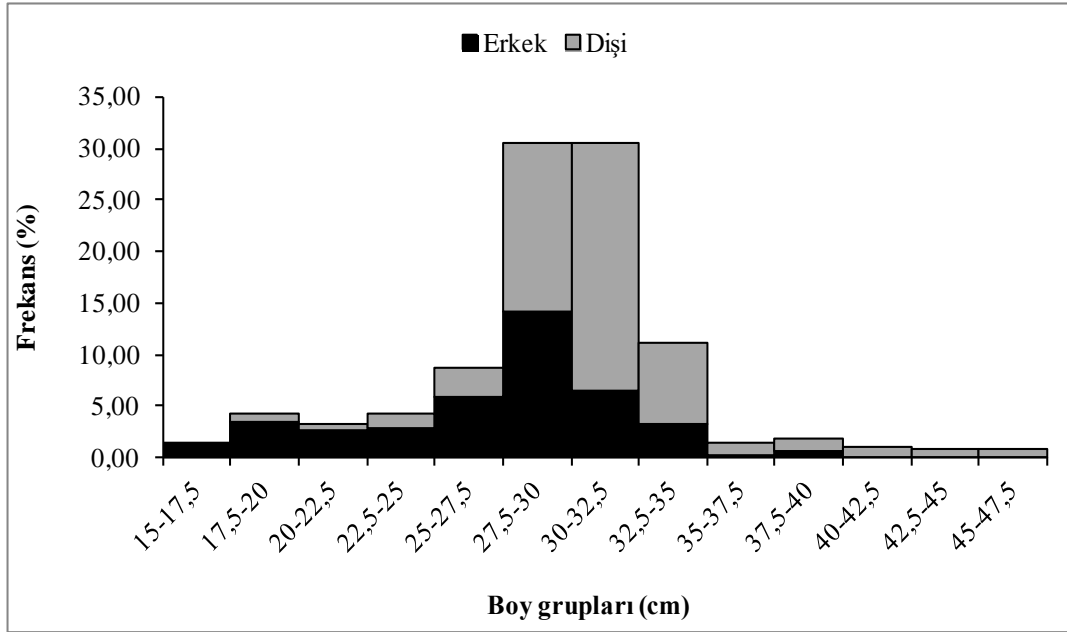
Her iki eşey grubunda da en fazla birey IV. yaş grubunda (47 erkek ve 61 dişi) temsil edilmiş ve popülasyonda genellikle dişilerin erkeklerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Eşey oranları arasındaki fark VII. yaş grubunda ( $\chi^2_{6,368} > \chi^2_{3,841}$ , SD=1, p<0,05) ve popülasyon genelinde ( $\chi^2_{6,516} > \chi^2_{3,841}$ , SD=1, p<0,05) istatistiki açıdan önemli bulunmuş ve dişi:erkek oranının doğada olduğu varsayılan 1:1'den farklı olduğu bulunmuştur.

### Boy ve Ağırlık Kompozisyonu

İncelenen balıklarda total boylar erkeklerde 15,90-39,70 cm ve dişilerde ise 18,10-46,70 cm arasında değişim göstermiştir. Erkek ve dişi bireylerin boy değerlerinin IV. ve V. yaş grubunda istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu (p<0,05) ve genelde dişilerin erkeklerden daha fazla büyüdüğü belirlenmiştir (Çizelge 2). En fazla birey; erkeklerde %14,10 (53 adet) ile 27,5-30 cm boy grubunda, dişilerde ise %24,20 (91 adet) ile 30-32,5 cm boy grubunda tespit edilmiştir (Şekil 3). Erkek ve dişilerin boy-frekans dağılımlarının istatistiki olarak farklı olmadığı (Kolmogorov-Smirnov Z= 0,856; p>0,05) saptanmıştır.

Çizelge 1. Özlüce Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta umbla*'nın yaş ve eşey kompozisyonu.

Yaş	Erkek		Dişi		Erkek+Dişi		D:E	$\chi^2$
	N	%N	N	%N	N	%N		
1	9	2,39	2	0,54	11	2,93	1:0,22	2,227
2	12	3,19	3	0,80	15	3,99	1:0,25	2,700
3	14	3,72	4	1,07	18	4,79	1:0,29	2,778
4	47	12,50	61	16,22	108	28,72	1:1,30	0,907
5	32	8,51	46	12,23	78	20,74	1:1,44	1,256
6	18	4,79	35	9,31	53	14,10	1:1,94	2,726
7	8	2,13	30	7,98	38	10,11	1:3,75	<b>6,369</b>
8	6	1,60	18	4,78	24	6,38	1:3,00	3,000
9	3	0,80	11	2,92	14	3,72	1:3,67	2,286
10	3	0,80	5	1,33	8	2,13	1:1,67	0,250
11	1	0,27	4	1,06	5	1,33	1:4,00	0,900
12	-	0,00	4	1,06	4	1,06	-	2,000
<b>Toplam</b>	<b>153</b>	<b>40,69</b>	<b>223</b>	<b>59,31</b>	<b>376</b>	<b>100,00</b>	<b>1:1,46</b>	<b>6,516</b>



Şekil 3. Özlüce Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta umbla* bireylerinin total boy gruplarına göre dağılımı.

Çizelge 2. Özlüce Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta umbla* populasyonunun total boy (cm) ve ağırlık (g) değerlerinin eşeylere ve yaş gruplarına göre dağılımı.

Yaş	$\bar{x} \pm SH$ (Min-Mak)		Erkek		Dişi		Boy değerleri için t testi	Ağırlık değerleri için t testi
	N	Total boy	Ağırlık	N	Total boy	Ağırlık		
1	9	17,30±0,37 (15,90-19,00)	46,23±3,03 (35,00-61,10)	2	18,35±0,26 (18,10-18,60)	48,00±0,00 (48,00-48,00)	p>0,05	p>0,05
2	12	19,42±0,29 (18,40-21,60)	60,03±4,11 (47,00-93,50)	3	20,67±1,16 (18,40-22,20)	85,73±4,38 (81,20-94,50)	p>0,05	p<0,05
3	14	22,43±0,36 (20,20-24,00)	102,43±9,80 (60,50-213,50)	4	23,58±0,32 (22,90-24,30)	128,30±18,34 (96,60-181,00)	p>0,05	p>0,05
4	47	27,24±0,20 (24,20-29,30)	194,51±5,42 (126,70-305,70)	61	28,71±0,18 (24,50-30,70)	221,13±3,97 (136,40-313,70)	p<0,05	p<0,05
5	32	29,40±0,17 (26,70-30,90)	232,12±5,35 (170,10-303,00)	46	30,29±0,20 (27,80-33,60)	249,90±6,12 (153,40-357,40)	p<0,05	p<0,05
6	18	30,62±0,29 (27,70-32,50)	247,89±7,36 (173,20-305,10)	35	31,03±0,22 (28,50-34,10)	257,65±6,26 (197,40-384,50)	p>0,05	p>0,05
7	8	31,25±0,57 (29,00-33,00)	260,61±15,78 (213,40-344,50)	30	32,01±0,21 (29,60-35,30)	282,09±7,40 (237,10-400,40)	p>0,05	p>0,05
8	6	33,07±0,11 (32,70-33,40)	345,12±27,21 (254,60-424,40)	18	33,04±0,41 (30,60-37,70)	309,86±15,43 (246,30-532,90)	p>0,05	p>0,05
9	3	34,63±0,35 (34,10-35,30)	372,27±11,60 (356,50-394,90)	11	35,02±0,88 (32,00-39,80)	423,81±52,30 (289,30-724,20)	p>0,05	p>0,05
10	3	35,67±1,04 (34,30-37,70)	409,33±66,80 (339,70-542,90)	5	39,68±1,16 (36,60-42,30)	645,18±101,00 (356,00-861,20)	p>0,05	p>0,05
11	1	39,70	592,90	4	42,15±0,92 (39,60-43,60)	827,73±53,06 (686,40-914,30)	-	-
12	-	-	-	4	45,55±0,72 (43,70-46,70)	1085,08±15,07 (1045,70-1119,00)	-	-

İncelenen *C. umbla* bireylerinde total ağırlıklar erkeklerde 35,00-592,90 g ve dişilerde ise 48,00-1119,00 g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Eşeylerin ağırlık değerleri arasındaki farkın II., IV. ve V. yaş gruplarında istatistiki olarak önemli olduğu (p<0,05), diğer yaş gruplarında istatistiki

olarak önemli olmadığı (p>0,05) tespit edilmiştir (Çizelge 2).

#### Kondisyon Faktörü

Populasyonun yaş gruplarına göre ortalama kondisyon faktörü değerleri erkek bireylerde 0,67-

1,54 arasında; dişi bireylerde ise 0,54-1,49 arasında değişmiştir. Yaş gruplarına göre erkek ve dişi bireylerin kondisyon faktörü değerlerinin hiçbir yaş grubunda istatistiki olarak birbirinden farklı olmadığı ( $p>0,05$ ) belirlenmiştir (Çizelge 3).

#### Boy-Ağırlık İlişkisi

Özlüce Baraj Gölü *C. umbla* popülasyonunda boy ağırlık ilişkisini açıklayan denklemler aşağıda verilmiştir:

Erkek :  $W = 0,0066TL^{3,0928}$  ( $R^2=0,95$ ;  $SH_a=0,001$ ;  $SH_b=0,057$ ) (N=153)

Dişi :  $W = 0,0072TL^{3,0644}$  ( $R^2=0,89$ ;  $SH_a=0,002$ ;  $SH_b=0,072$ ) (N=223)

Erkek+Dişi:  $W = 0,0071TL^{3,0702}$  ( $R^2=0,94$ ;  $SH_a=0,001$ ;  $SH_b=0,042$ ) (N=376) (Şekil 4)

Eşey gruplarında “b” değerlerinin 3’ten farklı olup olmadığı t testi ile karşılaştırılmıştır. Erkeklerde,

dişilerde ve popülasyon genelinde “b” değerinin istatistiki olarak 3’ten farklı olduğu ( $p<0,05$ ) ve büyümenin “pozitif allometrik” olduğu tespit edilmiştir.

#### Büyüme Parametreleri

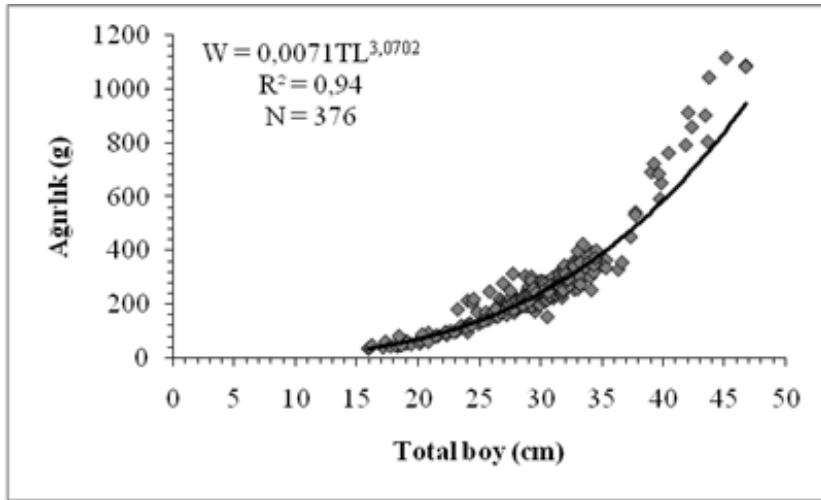
von Bertalanffy büyüme parametreleri (VBBD) eşey gruplarına göre Çizelge 4’te verilmiş olup, bu parametreler kullanılarak oluşturulan boyca büyüme grafiği ise Şekil 5’te verilmiştir.  $L_{\infty}$  değerlerine bakıldığında dişilerin (50,59 cm), erkeklerden (47,12 cm) daha büyük olduğu görülmektedir. Çalışma süresince incelenen dişi bireylerin de erkeklerden daha büyük olduğu gözlenmiştir. Ölçülen boy değerleri ile von Bertalanffy parametreleri kullanılarak hesaplanan boy değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $p>0,05$ ) bulunmuştur.

Çizelge 3. Özlüce Baraj Gölü’nde yaşayan *Capoeta umbla* popülasyonunun kondisyon faktörü değerlerinin eşeylere ve yaş gruplarına göre dağılımı.

Yaş	$\bar{x} \pm SH$ (Min-Mak)						T testi
	Erkek		Dişi		Erkek+Dişi		
	N	Kondisyon	N	Kondisyon	N	Kondisyon	
1	9	0,89±0,05 (0,73-1,16)	2	0,78±0,03 (0,75-0,81)	11	0,87±0,04 (0,73-1,16)	p>0,05
2	12	0,81±0,03 (0,67-1,04)	3	1,00±0,15 (0,83-1,31)	15	0,85±0,04 (0,67-1,31)	p>0,05
3	14	0,89±0,06 (0,67-1,54)	4	0,98±0,16 (0,80-1,45)	18	0,91±0,05 (0,67-1,54)	p>0,05
4	47	0,96±0,02 (0,79-1,41)	61	0,94±0,02 (0,76-1,49)	108	0,95±0,01 (0,76-1,49)	p>0,05
5	32	0,91±0,02 (0,77-1,22)	46	0,90±0,01 (0,54-1,16)	78	0,90±0,01 (0,54-1,22)	p>0,05
6	18	0,86±0,02 (0,67-1,03)	35	0,86±0,01 (0,64-1,03)	53	0,86±0,01 (0,64-1,03)	p>0,05
7	8	0,85±0,03 (0,71-0,99)	30	0,86±0,01 (0,75-1,06)	38	0,86±0,01 (0,71-1,06)	p>0,05
8	6	0,95±0,07 (0,73-1,14)	18	0,85±0,02 (0,69-0,99)	24	0,88±0,02 (0,69-1,14)	p>0,05
9	3	0,90±0,05 (0,83-1,00)	11	0,94±0,04 (0,77-1,20)	14	0,93±0,03 (0,77-1,20)	p>0,05
10	3	0,89±0,06 (0,81-1,01)	5	1,00±0,08 (0,73-1,16)	8	0,95±0,06 (0,73-1,16)	p>0,05
11	1	0,95	4	1,10±0,05 (0,97-1,23)	5	1,07±0,05 (0,95-1,23)	-
12	-	-	4	1,15±0,05 (1,07-1,25)	4	1,15±0,05 (1,07-1,25)	-

Çizelge 4. Özlüce Baraj Gölü *Capoeta umbla* popülasyonunun eşeylere göre hesaplanan büyüme parametreleri±SH.

Parametreler	Erkek	Dişi	Erkek+Dişi
$L_{\infty}$	47,12±7,23	50,59±3,40	49,83±6,49
$K$	0,12±0,05	0,14±0,03	0,13±0,05
$t_0$	-2,78±1,07	-1,99±0,50	-2,13±0,77
$W_{\infty}$	987,26	1200,24	1155,83
$\emptyset$	2,43	2,55	2,51



Şekil 4. Özlüce Baraj Gölü'ndeki *Capoeta umbla* populasyonunda boy-ağırlık ilişkisi.

Hesaplanan VBBD parametreleri kullanılarak elde edilen boyca büyüme denklemleri erkek, dişi ve erkek+dişi bireyler için sırasıyla aşağıda verilmiştir:

$$\text{Erkek} : L_t = 47,12(1 - e^{-0,12(t+2,78)});$$

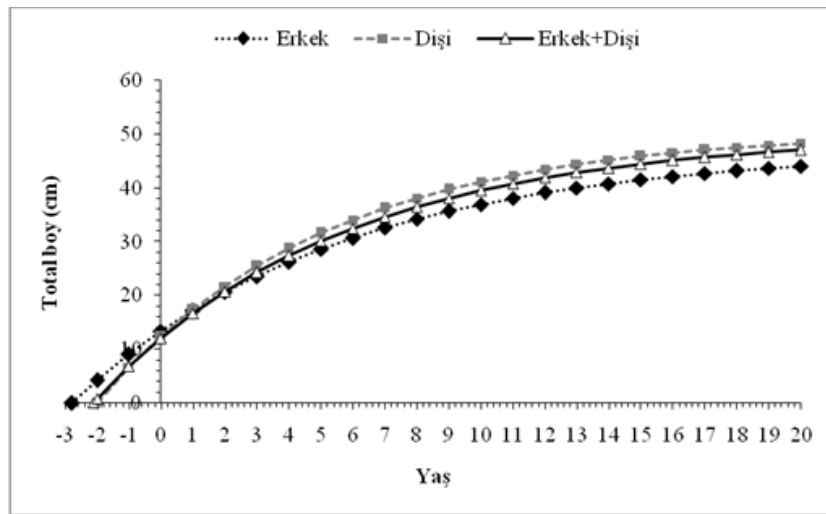
$$W_t = 987,26(1 - e^{-0,12(t+2,78)})^{3,0928}$$

$$\text{Dişi} : L_t = 50,59(1 - e^{-0,14(t+1,99)});$$

$$W_t = 1200,24(1 - e^{-0,14(t+1,99)})^{3,0644}$$

$$\text{Erkek+Dişi} : L_t = 49,83(1 - e^{-0,13(t+2,13)});$$

$$W_t = 1155,83(1 - e^{-0,13(t+2,13)})^{3,0702}$$



Şekil 5. Özlüce Baraj Gölü'ndeki *Capoeta umbla* populasyonunun erkek, dişi ve erkek+dişi bireylerinde yaş-boy ilişkisi.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, 153'ü erkek, 223'ü dişi olmak üzere toplam 376 adet *C. umbla* incelenmiştir. İncelenen bireyler I-XII yaş grupları arasında dağılım göstermiş, dişi:erkek oranı 1:1,46 olarak belirlenmiş ve bu oranının 1:1 oranından istatistik olarak farklı olduğu bulunmuştur. Bu durum şu şekilde açıklanabilir; *Capoeta umbla* türü yoğun şekilde üreme göçü yapan bir türdür. Üreme dönemlerinde eşeyssel olgunluğa erişmiş olan bireyler akarsulara göç ederler. Eşey oranları arasındaki fark özellikle III. yaş grubundan sonra (bu tür için çeşitli kaynaklarda ağırlıklı olarak bildirilen eşeyssel olgunluk yaşı) erkeklerin aleyhine değişim göstermektedir. Nitekim benzer bulgular

Türkmen ve ark., 2002; Yüce ve Şen, 2003 ile Çoban ve ark., 2013a'nın yaptıkları çalışmalarda da bildirilmiştir. Ayrıca, Nikolsky (1963), bir türe ait farklı populasyonlarda cinsiyet oranlarının birbirinden farklı olabileceğini bildirmiştir. Çizelge 5'de bu çalışmadan ve farklı çalışmalardan elde edilen yaş dağılımı ve eşey oranları bulguları verilmiştir. Özlüce Baraj Gölü; 2000 yılında Peri Çayı'nın tutulmasıyla oluşmuş bir rezervuar olup, hâlihazırda sadece bir balıkçının avcılık yaptığı bir baraj gölüdür. Dolayısı ile Özlüce Baraj Gölü *C. umbla* populasyonu üzerinde yoğun bir av baskısı bulunmamaktadır ve bu da yaş dağılımının yüksek çıkmasındaki en önemli etken olmuştur.



Çizelge 5. Mevcut çalışmadan ve farklı çalışmalardan elde edilen *Capoeta umbla*'ya ait bazı büyüme parametreleri.

Bölge	Eşey	N	Yaş	a	b	R <sup>2</sup>	Total boy	Ağırlık	Kaynak
Hazar Gölü	♂	164	2-13	0,0000050	3,097	0,96	19,50-46,00	57,00-900,50	Şen ve Aydın (2000)
	♀	180	2-13	0,0000083	3,006	0,96	18,70-47,20	55,50-902,00	
	♂+♀	346	1-13	0,0000029	3,186	0,94	15,00-47,20	21,50-902,00	
Karasu Nehri	♂	665	1-10	0,0139	2,936	0,99	10,90-32,30	18,00-428,00	Türkmen ve ark. (2002)
	♀	506	1-12	0,0117	2,991	0,99	10,40-34,20	15,00-557,00	
Hazar Gölü	♂	48	1-7	0,0000026	3,263	-	12,35-34,25	13,62-405,50	Yüksel (2002)
	♀	53	2-7	0,0000018	3,204	-	19,96-36,25	67,33-419,00	
	♂+♀	101	1-7	0,0000029	3,199	-	12,35-35,25	13,62-412,25	
Tercan Baraj Gölü	♂	158	1-6	0,000192	2,485	0,98	12,35-31,06	26,70-327,61	Güneş (2007)
	♀	165	1-6	0,000500	2,321	0,98	11,62-31,84	21,91-346,18	
	♂+♀	323	1-6	0,000677	2,674	0,98	12,00-31,65	24,43-341,54	
Tuzla Çayı	♂	161	1-6	0,00014	2,532	0,99	12,67-31,00	28,65-277,31	Güneş (2007)
	♀	146	1-6	0,000290	2,400	0,98	12,11-32,67	23,99-330,96	
	♂+♀	307	1-6	0,000208	2,458	0,98	12,42-32,34	26,54-320,23	
Kilis Deresi	♂	91	1-5	0,058	2,38	0,86	-	-	Ceyhun ve Erdoğan (2008)
	♀	103	1-5	0,069	2,31	0,86	-	-	
	♂+♀	194	1-5	0,064	2,34	0,86	-	-	
Hazar Gölü	♂	132	2-7	0,0255	2,690	0,94	19,21-32,05	68,48-327,50	Çoban ve Şen (2011)
	♀	96	2-7	0,0205	2,746	0,96	18,62-38,30	56,41-527,10	
	♂+♀	228	2-7	0,0241	2,703	0,95	19,00-34,13	64,03-394,03	
Keban Baraj Gölü	♂	123	2-7	0,0315	2,678	0,92	25,48-37,10	178,81-519,40	Çoban ve Şen (2011)
	♀	109	2-7	0,0229	2,772	0,89	26,68-37,06	172,71-547,68	
	♂+♀	232	2-7	0,0267	2,727	0,91	25,98-37,06	176,27-542,96	
Hazar Gölü	♂	127	1-10	0,104	2,262	0,93	13,71-44,80	42,07-874,00	Çoban ve ark. (2013a)
	♀	237	1-10	0,056	2,466	0,95	14,31-44,65	43,98-736,25	
	♂+♀	364	1-10	0,070	2,390	0,95	13,95-44,68	42,81-763,80	
Uzunçayır Baraj Gölü	♂	288	1-12	0,0111	2,930	0,95	13,20-42,70	21,03-605,00	Gündüz ve ark. (2015)
	♀	158	1-11	0,0112	2,927	0,96	15,33-43,05	29,90-613,00	
	♂+♀	446	1-12	0,0110	2,932	0,96	14,17-42,70	24,47-605,00	
Özlüce Baraj Gölü	♂	153	1-11	0,0066	3,092	0,95	17,30-39,70	46,23-592,90	Bu çalışma
	♀	223	1-12	0,0072	3,064	0,89	18,35-45,55	48,00-1085,08	
	♂+♀	376	1-12	0,0071	3,070	0,94	17,49-45,55	46,55-1085,08	

Özlüce Baraj Gölü *C. umbla* populasyonunda ortalama total boy ve ağırlık değerleri sırası ile erkek bireylerde 17,30-39,70 cm ve 46,23-592,90 g, dişilerde 18,35-45,55 cm ve 48,00-1085,08 g olarak belirlenmiştir. Erkek ve dişi bireylerin boy değerlerinin IV. ve V. yaş gruplarında istatistiki olarak birbirinden farklı olduğu ( $p<0,05$ ), ağırlık değerlerinin ise II., IV. ve V. yaş gruplarında istatistiki olarak birbirinden farklı olduğu ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Eşeyssel olgunluk yaşı çeşitli çalışmalarda *Capoeta umbla*'nın erkekleri için II.

dişileri için III. yaş grubu olarak bildirilmiştir (Türkmen ve ark., 2002; Yüce ve Şen, 2003; Çoban ve ark., 2013a). Eşeyssel olgunluğa ulaşan bireylerde sperm ve yumurta oluşumu için enerji kullanımı arttığından balıklarda büyüme yavaşlar (Avşar, 2005; Geldiay ve Balık, 2007). Erkek ve dişilerin boy ve ağırlık değerlerinin bu yaş gruplarında farklı bulunmasının sebebi erkeklerin dişilerden daha erken eşeyssel olgunluğa erişmesi olabilir. Bir balık türünün büyümesi, ortam faktörlerinin (özellikle de besin ve

sıcaklık) doğrudan etkisi altındadır. Dolayısı ile aynı türün farklı populasyonlarının ortalama büyüme oranları da oldukça değişkenlik arz edebilmektedir (Geldiay ve Balık, 2007).

Çalışmada ortalama kondisyon faktörü değerlerinin erkek bireylerde 0,81-0,96; dişi bireylerde 0,78-1,15 arasında değiştiği belirlenmiştir. Erkek ve dişi bireylerin kondisyon faktörü değerlerinin hiçbir yaş grubunda istatistiki olarak farklı olmadığı ( $p>0,05$ ) saptanmıştır.

Şen ve Aydın (2000) Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* populasyonunun kondisyon faktörü değerlerinin 0,52-1,45 arasında dağılım gösterdiğini ve ortalama kondisyon değerlerinin en az I., en fazla VIII. yaş gruplarına ait olduğunu tespit etmişlerdir. Yüksel (2002), yine Hazar Gölü'nde kondisyon faktörü değerlerini dişi bireylerde 0,53-1,38, erkek bireylerde 0,52-1,07 arasında olduğunu ve en düşük kondisyon faktörünün I. yaş grubunda (0,71), en yüksek kondisyon faktörünün VII. yaş grubunda (1,01) olduğunu belirlemiştir. Çoban ve Şen, 2011; Hazar Gölü'nde aynı tür için kondisyon faktörü değerlerinin erkek bireylerde 0,42-1,29, dişi bireylerde 0,50-1,11 arasında; Keban Baraj Gölü populasyonunda ise erkek bireylerde 0,80-1,43, dişi bireylerde 0,67-1,38 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yukarı Fırat Nehri'nin Sivas-Erzincan bölümünde kondisyon faktörü değerlerinin 0,83 (I. yaş grubu) ve 1,16 (II. yaş grubu) arasında değiştiği bildirilmiştir (Yılmaz ve ark., 2003). Uzunçayır Baraj Gölü'ndeki çalışmada ise ortalama kondisyon faktörü değerlerinin erkek bireylerde 0,85-0,95; dişi bireylerde 0,76-0,98 arasında değiştiği belirlenmiştir (Gündüz ve ark., 2015). Korkut ve ark., (2007) balığın yaşadığı ortamın besin durumu, yaş, balığın stres durumu ve üreme aktivitesi gibi faktörlerin kondisyon faktörünü etkilediğini bildirmiştir. Bu nedenle, *C. umbla* türü için elde edilen kondisyon faktörü bulgularının diğer populasyonlarda yapılan çalışmalardan farklı olması normal karşılanabilir.

Özlüce Baraj Gölü'nde yaşayan *C. umbla* populasyonunun her iki eşeyinde de total boy ile balık ağırlığı arasında pozitif yönde çok kuvvetli ilişki olduğu belirlenmiştir. "b" değeri erkek bireylerde 3,092, dişilerde 3,064 ve tüm populasyonda 3,070 olarak bulunmuştur (Çizelge 5). "b" değerinin her üç grupta da istatistiki olarak 3'ten farklı olduğu ( $p<0,05$ ) büyümenin pozitif allometrik olduğu saptanmıştır. Pauly (1984), "b" değerinin ekolojik faktörlere, besin düzeyine, yaşa, eşeye, eşeyssel olgunluğa ve türlere göre değişebileceğini bildirmiştir. Bu çalışma ile diğer çalışmalar arasındaki farklılıklar bu nedenlerden kaynaklanabilir.

Bu çalışmadan elde edilen asimptotik uzunluk ( $L_{\infty}$ ) değerleri Türkmen ve ark., (2002)'nin Karasu Nehri'ndeki, Güneş (2007)'in Tercan Baraj Gölü'ndeki

ve Gündüz ve ark., (2015)'nin Uzunçayır Baraj Gölü'ndeki çalışmaları sonucu elde ettikleri  $L_{\infty}$  değerlerinden büyük iken, Şen ve Aydın (2000), Ceyhun ve Erdoğan (2008), Çoban ve Şen (2011), Çoban ve ark., (2013a)'nın çalışmalarında hesapladıkları  $L_{\infty}$  değerinden daha küçük bulunmuştur (Çizelge 6).

"Brody büyüme katsayısı" (K) değerleri erkek, dişi ve tüm bireyler için sırasıyla 0,12-0,14-0,13 yıl<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Çizelge 6). Buradan yola çıkarak büyüme oranının dişilerde erkeklere oranla az da olsa daha yüksek olduğu söylenebilir. "K" değerleri Şen ve Aydın (2000), Ceyhun ve Erdoğan (2008) ile Çoban ve Şen (2011)'in yaptıkları çalışmadan büyük bulunurken, Güneş (2007)'nin Tercan Baraj Gölü bulgularından ve Çoban ve ark., (2013a)'nın Hazar Gölü bulgularından daha düşük olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6). "K" değeri, balığın  $L_{\infty}$  değerine ne kadar hızlı yaklaştığını belirleyen bir parametredir. Genellikle kısa ömürlü balık türleri uzun ömürlü balık türlerine göre daha yüksek bir "K" değerine sahiptir. Ayrıca, kabaca genelleştirilecek olursa yüksek "K" değeri türlerin yüksek doğal ölüme, düşük "K" değeri ise düşük doğal ölüme sahip olduklarını gösterir (Sparre ve Venema, 1998).

Büyüme parametreleri türden türe değiştiği gibi, aynı türün farklı populasyonlarında da değişim gösterebilir. Aynı zamanda bir stokta birbirini farklı yıl sınıflarının büyümeleri; habitat paylaşımı, ekolojik koşullar ve beslenme alışkanlıklarındaki değişimler nedenleriyle de değişimler görülebilir. Bunların dışında bir populasyonda cinsiyetler arasında da önemli büyüme farklılıkları görülebilir (Çetinkaya ve ark., 2005). Bu çalışmada, von Bertalanffy büyüme parametreleri kullanılarak "büyüme performans indeksi" ( $\bar{O}$ ) hesaplanmış (Çizelge 6), diğer çalışmalardan elde edilen değerler ile "t testi" yapılarak kıyaslama yapılmış ve arada istatistiki olarak fark olmadığı ( $t_E (0,05, 8) = 2,201$ ;  $t_D (0,05, 8) = -1,177$ ;  $t_{E+D} (0,05, 7) = -0,063$ ) görülmüştür.

Sonuç olarak Özlüce Baraj Gölü'nde yaşayan *C. umbla* türünün kondisyon faktörü, boy ve ağırlık değerlerinin daha önce akarsularda yapılan çalışmalarda elde edilen bulgulardan daha yüksek olduğu, durgunsulardan elde edilen bulgularla ise benzer olduğu; av baskısının az olmasından dolayı da yaş dağılımının yüksek olduğu belirlenmiştir. Doğru bir balıkçılık stratejisinin belirlenmesi ve sürdürülebilir balıkçılık açısından üreme kapasitesi ve stok verilerinin elde edilmesine yönelik çalışmaların yapılması uygun olacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 4. Ulusal Alabalık Kongresi (27-30 Ekim 2016, Afyon)'nde özet olarak sunulmuştur.

Çizelge 6. Mevcut çalışmadan ve farklı çalışmalardan elde edilen *Capoeta umbla*'ya ait von Bertalanffy büyüme parametreleri.

Bölge	Eşey	N	L <sub>∞</sub>	K	t <sub>0</sub>	Ø	Kaynak
Hazar Gölü	♂	164	71,49	0,06	-2,63	2,49	Şen ve Aydın (2000)
	♀	180	68,61	0,07	-2,04	2,52	
	♂+♀	346	68,62	0,07	-2,20	2,52	
Karasu Nehri	♂	665	42,30	0,14	-0,98	2,40	Türkmen ve ark. (2002)
	♀	506	45,70	0,14	-0,83	2,47	
Tercan Baraj Gölü	♂	158	40,60	0,22	-0,29	2,56	Güneş (2007)
	♀	165	41,64	0,19	-0,69	2,52	
	♂+♀	323	41,11	0,20	-0,54	2,53	
Tuzla Çayı	♂	161	46,08	0,15	-1,34	2,50	Ceyhun ve Erdoğan (2008)
	♀	146	54,17	0,12	-1,54	2,55	
	♂+♀	307	52,15	0,14	-1,35	2,58	
Kilis Deresi	♂	91	48,90	0,11	-1,07	2,42	Çoban ve Şen (2011)
	♀	103	57,20	0,09	-1,23	2,47	
	♂+♀	194	53,00	0,09	-1,16	2,40	
Hazar Gölü	♂	132	64,73	0,06	-3,65	2,40	Çoban ve ark. (2013a)
	♀	96	72,24	0,06	-2,53	2,50	
	♂+♀	228	68,62	0,06	-3,04	2,45	
Keban Baraj Gölü	♂	123	69,42	0,07	-4,49	2,53	Gündüz ve ark. (2015)
	♀	109	75,68	0,05	-6,91	2,69	
	♂+♀	232	73,41	0,05	-5,67	2,67	
Hazar Gölü	♂	127	56,17	0,13	-1,62	2,61	Bu çalışma
	♀	237	49,22	0,20	-1,88	2,69	
	♂+♀	364	53,77	0,16	-1,84	2,67	
Uzunçayır Baraj Gölü	♂	288	44,91	0,14	-1,82	2,45	Bu çalışma
	♀	158	47,01	0,16	-1,58	2,55	
	♂+♀	446	46,85	0,14	-1,95	2,49	
Özlüce Baraj Gölü	♂	153	47,12	0,12	-2,78	2,43	Bu çalışma
	♀	223	50,59	0,14	-1,99	2,55	
	♂+♀	376	49,83	0,13	-2,13	2,51	

## KAYNAKLAR

- Anonim 2017a. <http://www2.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?BarajID=192> (Erişim tarihi: 07.03.2017).
- Anonim 2017b. <https://www.google.com.tr/maps/@39.2167152,40.2910314,12z?hl=tr> (Erişim tarihi: 07.03.2017).
- Avşar D 2005. Balıkçılık biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği, Adana: Nobel kitapevi 332 s.
- Aydın R, Şen D 2002. Hazar Gölü'nde Yaşayan *C. c. umbla* (Heckel, 1843)'da Aynı Kemiksi Yapıların Sağ ve Solları Arasındaki Yaş İlişkisi. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14: 209-220.
- Bayır A, Sirkecioğlu AN, Polat H, Aras M 2007. Biochemical Profile of Blood Serum of Siraz *Capoeta capoeta umbla*. Comperative Clinical Pathology, 16: 119-126.
- Ceyhun SB, Erdoğan O 2008. Kilise Deresi'nde (Hınıs) yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Popülasyon Yapısı ve Dere Suyunun Bazı Özellikleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 39: 35-41.
- Çetinkaya O, Şen F, Elp M 2005. Balıklarda Büyüme ve Büyüme Analizleri. M. Karataş (eds), Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri, Ankara: 93-120.
- Çoban MZ, Şen D 2011. *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın Hazar Gölü (Dicle Nehri) ve Keban Baraj Gölü (Fırat Nehri) Populasyonlarının Büyüme Özelliklerinin Karşılaştırılması. Journal of Fisheries Sciences, 5: 180-195.
- Çoban MZ, Gündüz F, Demirel F, Örneççi GN, Karakaya G, Türkgülü İ, Alp A 2013a. Population Dynamics and Stock Assessment of *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) in Lake Hazar, Elazığ, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 221-231.
- Çoban MZ, Gündüz F, Türkgülü İ, Örneççi NG, Yüce S, Demirel F, Alp A 2013b. Reproductive Properties of *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) living in Lake Hazar (Elazığ, Turkey). International Journal of Agricultural and Food Research, 2: 38-47.
- Efe E, Bek Y, Şahin M 2000. SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No: 10,

- Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi (BAUM) Yayın No: 10, Kahramanmaraş, 214s.
- Ekingen G, Polat N 1987. Age Determination and Length-Weight Relations of *C. c. umbla* (Heckel) in Lake Keban. Doğa Turkish Journal of Zoology, 11: 5-15.
- Ekingen G, Sarıeyyüpoğlu M 1981. Keban Baraj Gölü Balıkları. Fırat Üniv. Veteriner Fakültesi Dergisi, 6: 7-22.
- Fowler J, Cohen L 1992. Practical Statistics for Field Biology, John Wiley and Sons Inc., New York, 227p.
- Gayanilo FC, Sparre P, Pauly D 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version, FAO, Rome, 168p.
- Geldiay R, Balık S 2007. Türkiye Tatlısu Balıkları. 5. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 644s.
- Gündüz F, Demirel F, Çoban MZ, Yüksel F, Kurtoğlu M, Yıldız N, Kılıç A 2015. Uzunçayır Baraj Gölü'ndeki *Capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nin Bazı Populasyon Parametreleri. Int. J. Pure Appl. Sci. 1: 100-111.
- Güneş M 2007. Tercan Baraj Gölü ve Tuzla Çayı'nda Yaşayan *Capoeta capoea umbla* Heckel, 1843 Populasyonlarının Bazı Biyo-Ekolojik Özellikleri ile Total Yağ ve Yağ Asidi Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Kırankaya ŞG, Ekmekçi FG 2007. Gelingüllü Baraj Gölü'ndeki Tatlısu Kefali (*Squalius cephalus*, L.,1758)'nin Büyüme Özelliklerindeki Değişimler. BAÜ FBE Dergisi, 9: 125-134.
- Korkut AY, Kop A, Demirtaş N, Cihaner A 2007. Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 24: 201-205.
- Lagler KF, Bardach JE, Miller RR, Passino DRM 1977. Ichthyology. John Wiley and Sons, Newyork, 506p.
- Munro JL, Pauly D 1983. A Simple Method for Comparing The Growth of Fishes and Invertebrates. Fishbyte 1: 5-6.
- Nikolsky GV 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, London and New York. 352p.
- Pauly D 1984. Some Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stocks. FAO, Rome, 65p.
- Sparre P, Venema SC 1998. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. FAO Fisheries Technical Paper, 306/1, Rev. 2, Rome, 579p.
- Şen D, Aydın R 2000. Elazığ Hazar Gölü'nde Yaşayan *C. c. umbla* (Heckel, 1843)'nin Büyüme Özellikleri. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12: 261-273.
- Türkmen M, Erdoğan O, Yıldırım A, Akyurt İ 2002. Reproduction Tactics, Age and Growth of *C. c. umbla* Heckel, 1843 from the Aşkale Region of the Karasu River, Turkey. Fisheries Research, 54: 317-328.
- Yüce S, Şen D, 2003. Hazar Gölü'nde (Elazığ) Yaşayan *C. c. umbla* (Heckel, 1843)'nin Üreme Özellikleri. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15: 107-116.
- Yüksel F 2002. Hazar Gölü'nde (Elazığ) Yaşayan *C. c. umbla* (Heckel, 1843)'nin Avcılığına İlişkin Biyolojik Özellikleri. F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14: 193-200.



## *Arum nickellii* Schott ve Monotipik *Arisarum vulgare* O.Targ.-Tozz Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Bir Araştırma

Yurdanur AKYOL<sup>1</sup> , Kadriye YETİŞEN<sup>2</sup> , Okan KOCABAŞ<sup>2</sup> , Canan ÖZDEMİR<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Hasan Türek Anadolu Lisesi, <sup>2</sup>Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Manisa

✉ : yurdanur45@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada Araceae familyasından olan *Arum nickellii* Schott (Yılan yastığı) ve *Arisarum vulgare* O.Targ.-Tozz (Yılançıkotu) türlerinin anatomi ve morfolojileri araştırılmıştır. İncelenen türler spatanın birleşik olup olmaması bakımından birbirinden ayrılır. Anatomik çalışmalarda parafin metodu kullanılarak hazırlanan kök, skap ve yapraklar safranin-fast green ikili boyama serisinde boyanmıştır. Anatomik olarak tipik monokotil özellikleri gösteren bitkilerin diğer Araceae türlerinden ayırt edici bazı özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıklar orijinal çizim ve fotoğraflarla gösterilmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.297060

### Makale Tarihçesi

Geliş : 11.03.2017

Kabul : 15.05.2017

### Anahtar Kelimeler

Araceae,  
*Arum nickellii*,  
*Arisarum vulgare*,  
anatomi,  
morfoloji

### Araştırma Makalesi

## Morphological and Anatomical Studies on *Arum nickellii* Schott and *Arisarum vulgare* O.Targ.-Tozz Species

### ABSTRACT

In this study, aimed to investigate the morphology and anatomy of *Arum nickellii* Schott (Yılan yastığı) and *Arisarum vulgare* O.Targ.-Tozz (Yılançıkotu) belong to Araceae family. The plants are separated from each other according to whether spathe is united or divided. Anatomical sections were prepared using paraffin method and painted by double staining series safranin-fast green. It is observed that, plants containing typically features of monocotyl have distinguish features from other types of Araceae. These differences are illustrated with original drawings and photographs.

### Article History

Received: 11.03.2017

Accepted: 15.05.2017

### Keywords

Araceae,  
*Arum nickellii*,  
*Arisarum vulgare*,  
anatomy,  
morphology

### Research Article

**To Cited** :Akyol Y, Yetişen K, Kocabaş O, Özdemir C 2018. *Arum nickellii* Schott ve Monotipik *Arisarum vulgare* O.Targ.-Tozz Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Bir Araştırma. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):239-245, DOI:10.18016/ksudobil.297060.

## GİRİŞ

Yumrulu ya da rizumlu, genellikle tüsüz çok yıllık bitkilerden oluşan Araceae familyası Dünya genelinde 3000'den fazla tür içermektedir. Araceae familyasının doğal olarak Türkiye'de yayılış gösteren *Arum* L., *Dracunculus* Miller, *Arisarum* Miller, *Biarum* Schott, *Lemna* L., *Spirodela* Schleiden ve *Eminium*(Blume) Schott cinsleri bulunmaktadır (Davis, 1984; Davis ve ark., 1988; Anonim, 2017). *Arum* cinsi Türkiye'de 17 takson ile *Arisarum* cinsi ise monotipik olup sadece *Arisarum vulgare* türü ile temsil edilmektedir (Güner ve ark., 2012).

Ülkemizde yayılış gösteren Araceae familyasına ait olan bitkilerin yumrularının protein içerikleri ve zehirlilik etkilerinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur (Alpınar, 1985; Alpınar ve ark., 1996). *Arisarum vulgare*'nin içerdiği fenolik bileşikler bakımından antioksidant özellikli tıbbi bir bitki olduğu Kadri ve ark. (2013) tarafından ortaya atılmıştır. Kandemir (2008) *Arum* cinsine ait türlerin halk tıbbında kullanıldığını rapor etmiştir. Ayrıca Mayo ve ark. (1997)'nin Araceae familyasına ait türleri morfolojik, palinolojik, sistematik ve farmakolojik açıdan inceledikleri bir çalışma mevcuttur. *Arum* ve *Arisarum* cinsine ait türlerin anatomisi ile ilgili çok az

sayıda çalışma mevcuttur (Kandemir, 2008; Mayo ve ark., 1997).

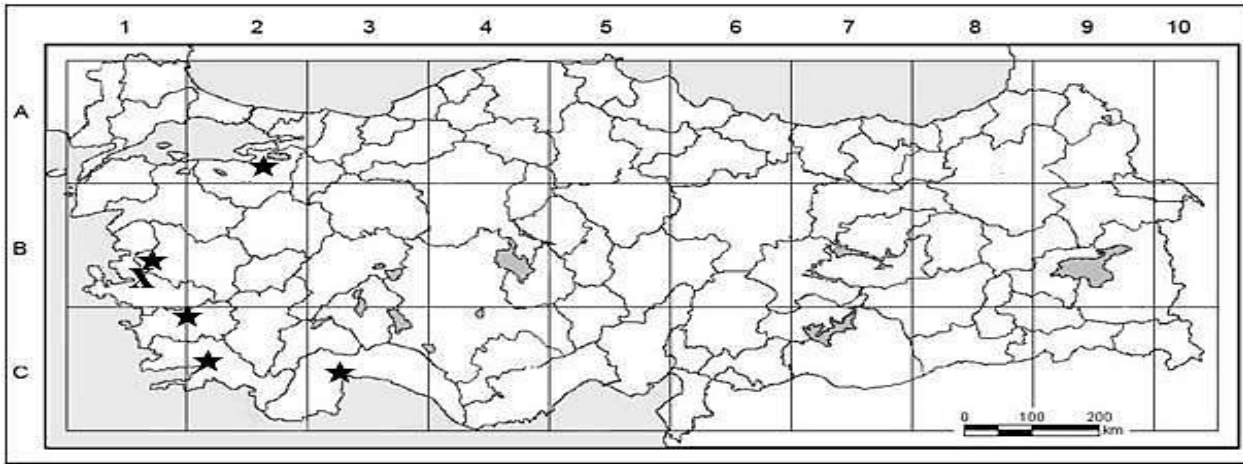
Yapılan literatür taramaları sonucunda *Arum nickeli* ve *Arisarum vulgare* türleri ile ilgili morfolojik ve anatomik çalışmaya rastlanmamıştır. Özellikle *Arum* türlerinin farklı ekolojik ortamlarda farklı özellikler göstermesi bitki teşhisinde zorluklara neden olmaktadır. Bu bakımdan anatomik çalışmalardan elde edilen bulgular, türlerin teşhisinde ayırt edici özellik olarak kullanılabilir. Türlerin anatomik yapılarının ortaya konulması farmasotik alanındaki çalışmalar için de kaynak oluşturacaktır.

### MATERYAL ve METOT

Bitki örnekleri, arazi çalışmalarında yayılış gösterdiği doğal populasyonundan çiçeklenme mevsiminde toplandı. *Arum nickeli* türüne ait örnekler Nisan ayında, B1 karesindeki İzmir ilinden, *Arisarum*

*vulgare* türüne ait örnekler ise Haziran ayında Spil Dağı Milli Parkı'ndan toplandı. Türlerin yayılış alanı Batı Anadolu'dur (Davis, 1984, Şekil 1).

Araziden toplanan taze bitki örneklerinin bir kısmı morfolojik çalışmalarda kullanıldı. Türlerin tayini "Flora of Turkey" adlı esere göre yapıldı (Davis ve ark., 1984, 1988; Güner ve ark., 2000). Morfolojik incelemeleri yapılan örnekler preslenerek herbaryum materyali haline getirildi ve Manisa, Celal Bayar Üniversitesi Herbaryumu'na konuldu. Taze bitki örneklerinin bir kısmı da anatomik incelemelerde kullanılmak üzere % 70 'lik alkolde fikse edildi. Kök, skap ve yaprak enine kesitleri için parafin metodu kullanıldı (Algan, 1981). Rotary mikrotom sayesinde 10-15 µ' luk enine kesitler alınıp safranin ve fast-green ile boyandı. Boyanan kesitler Leica marka kameralı mikroskop ile fotoğraflandırdı.



Şekil 1. *Arum nickeli* (x) ve *Arisarum vulgare* (\*) taksonlarının Türkiye'deki yayılışı

Morfolojik çalışmalarda elde edilen bulgular Davis'in Flora of Turkey adlı eserindeki bulgular ile karşılaştırıldı. Anatomik çalışmalarda elde edilen bulgular ise Araceae familyasına ait türlerin anatomileri ile karşılaştırılmıştır (Davis ve ark., 1984, 1988; Güner ve ark., 2000).

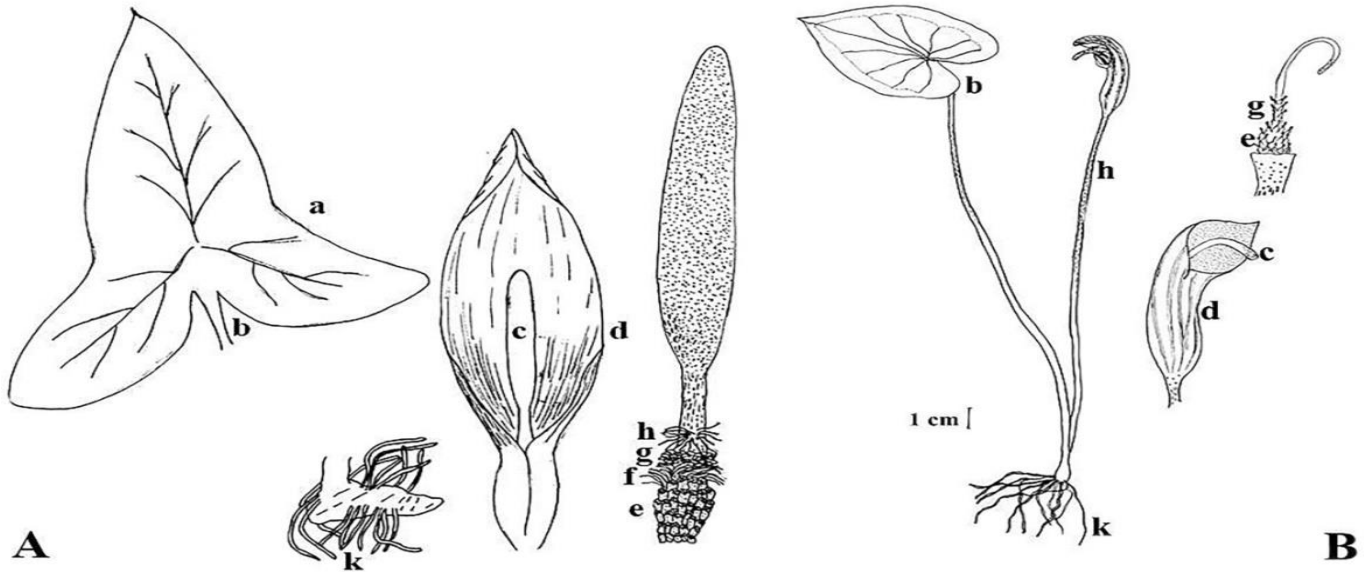
### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Morfolojik Bulgular

*Arum nickeli*: Spatanın kenarları tabanda birbirine üzerine binmiş olup birleşik değildir. Spata 15-29 x 5.5-10 cm, içte yeşilimsi beyaz renkli, kalın ve etli olan başak şeklindeki çiçek 9-17 cm, spatanın yarısı uzunluktadır. Dişi çiçek zonu yaklaşık 19-25 mm; alt steril kısım 2-2.5 mm; erkek çiçek zonu 5-6 x 6.5-10 mm; üst steril zon 6-8.5 mm. Steril filamentler sarımsı-beyaz, altta 6-7 mm, üstte yaklaşık 6 mm. Appendiks (uzantı) saplı ve 7-12.5 cm uzunluğunda, sap topuz

şeklindeki üst kısma doğru aniden genişleyen şekilde, topuz geniş yapılı genellikle koni şeklinde 3.5-10.5 cm x 6-13 mm'dir. Yeşilimsi sarı ya da koyu kahverengi, yoğun beyaz kabarcıklıdır. Bitkinin yumrusu yatay, yaprak sapları 25-45 cm uzunluktadır. Yaprak ayası geniş bir ok şeklinde, yaklaşık olarak 23 x 20 cm, koyu yeşil, soluk lekeli, geniş yan lobları bulunan dar ve sivri uçlu ve soluk damarlıdır. Skapa ise 13-15 cm uzunluğundadır.

*Arisarum vulgare*: Spatanın (büyük brakte) kenarları tabanda birleşik olup tüp şeklindedir. Spatanın üst kısmı koyu yeşil veya donuk morumsu kahverengidir. Tuberler yumurtamsıdır. Yapraklar uzun, mor benekli ve dik saplıdır. Skap 15-17 cm, dik ve mor beneklere sahiptir, alt kısmı beyazımsı veya soluk yeşil ve koyu yeşil veya morumsu renkli olup, boyuna çizgilidir. Meyve üzüksü yapıda olup küremsi şekildedir (Şekil 2).



Şekil 2. *Arum nickelii* (A) ve *Arisarum vulgare* (B)'nin morfolojik yapıları; a: yaprak, b: petiyol, c: spadiks, d: spata, e: dişi çiçek zonu, f: alt steril zon, g: erkek çiçek zonu, h: üst steril zon, i: appendiks (uzantı), k: yumru

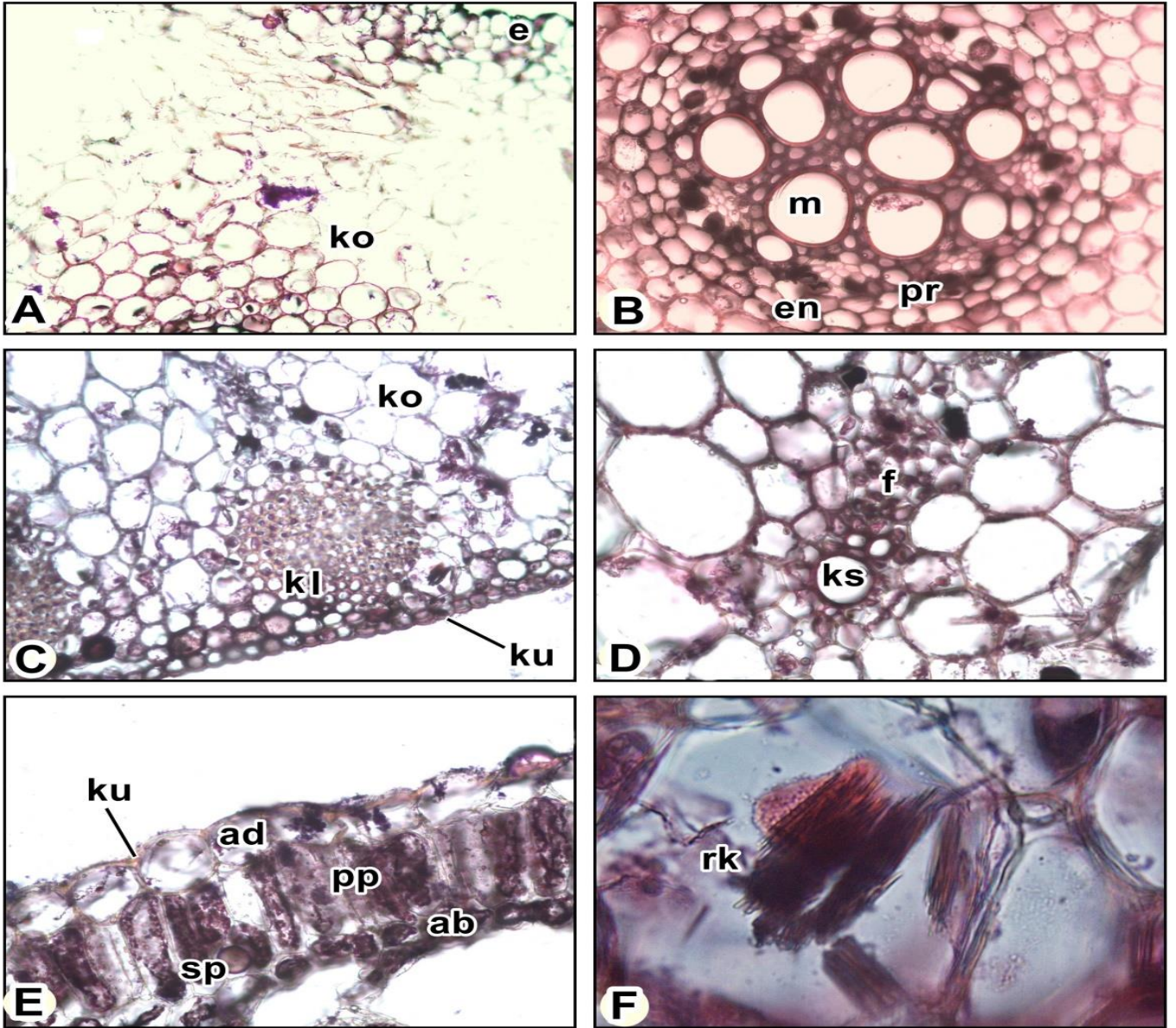
### Anatomik Bulgular

*Arum nickelii*: Kök enine kesitinin en dışında tek sıralı epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermisin dışında kutikula tabakası yer almaktadır. Korteks parankiması 10-13 hücre sıralı olup, endodermisi oluşturan hücrelerin çeperlerinde kalınlaşma gözlenmemiştir. Endodermisin hemen altında tek sıralı ince çeperli perisikl tabakası yer almaktadır. Kökte 7-8 ksilem kolu bulunmaktadır. Kesitin merkezinde geniş çaplı birkaç metaksilem mevcuttur (Şekil 3 A, B). Skapa enine kesitine göre en dışta kutikula tabakası ayırt edilmektedir. Kutikula tabakasının altında tek sıralı ve hücreleri düzgün dikdörtgen şekilli olan epidermis tabakası bulunmaktadır. Epidermisin altında belirli aralıklarla dizilmiş kollenkima hücreleri yer alır. Korteks tabakası çeperleri ince, parankimatik ve hücreler arası boşluklara sahip olmayan 4-5 hücre sırasından oluşmaktadır. Küçük kollateral iletim demeti dairesel bir düzende 2 sıra halinde sıralıdır. İletim demetlerinde ksilem, floeme göre daha geniş bir alanı kaplamaktadır. Gövdenin merkezinde çeperleri ince, hücreler arası boşluklara sahip normal parankima hücrelerinin doldurduğu öz bölgesi mevcuttur. Yaprak enine kesitinin her iki yüzeyinde kutikula tabakasının

altında bir sıralı epidermis tabakası bulunur. Mezofil tabakasında tek sıralı palizat parankimasından sonra sünger parankiması bulunur. Ayrıca bu tabakada belirli aralıklarla geniş hücreler arası alanlar bulunmaktadır. Mezofilde rafit demetlerine rastlanmıştır. İletim demetleri mezofil tabakasını orta kısmında düzenli ve sık aralıklarla sıralanmışlardır. Yaprığın her iki yüzeyinde de stomalar yer almaktadır (Şekil 3E, F).

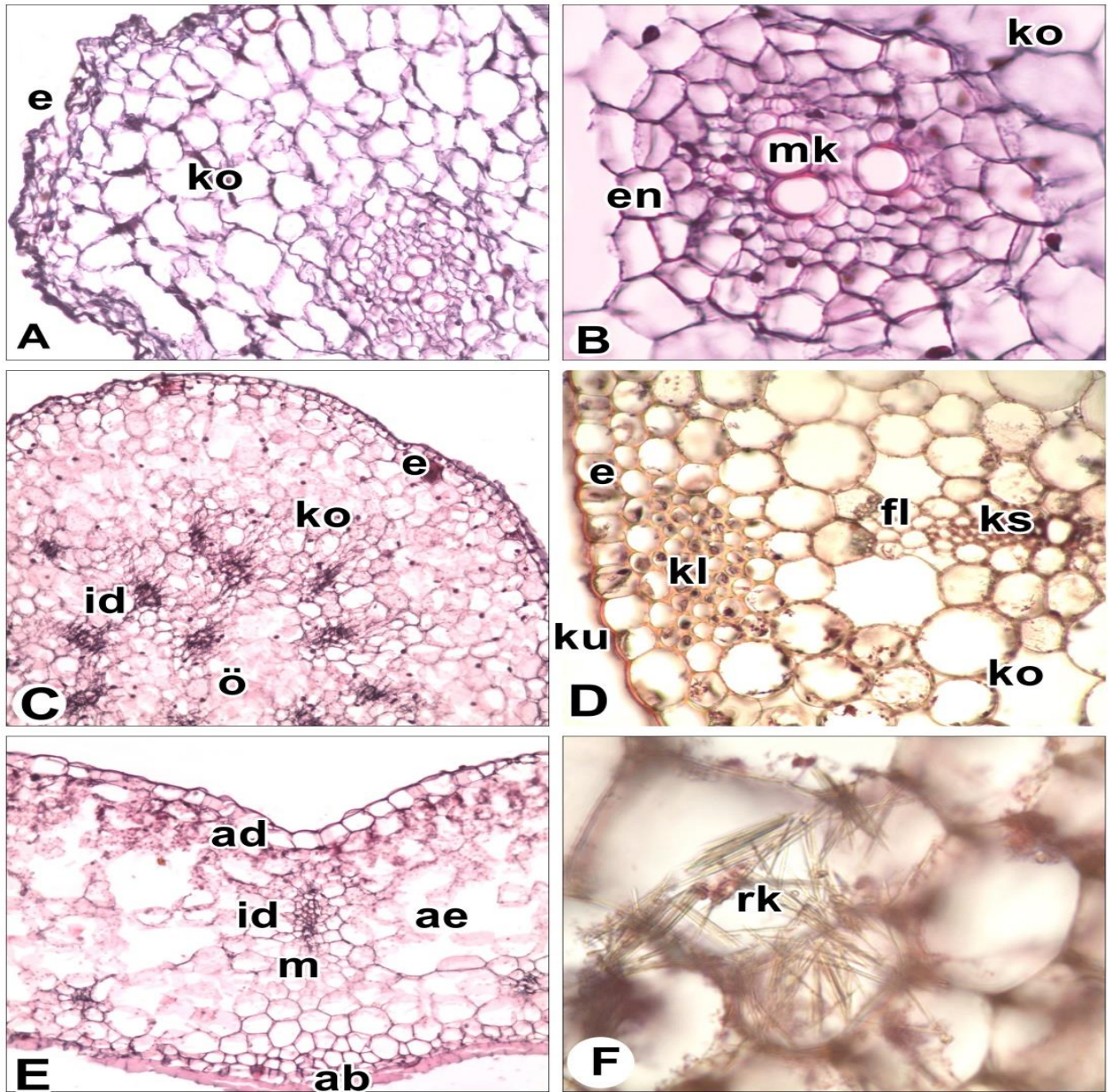
*Arisarum vulgare*: Kök enine kesitlerinde tek sıralı epidermisin altında düzensiz dizilmiş ve hücreler arası boşlukları bulunan korteks tabakası yer alır. Merkezi silindirin etrafı kaspari şeklinde çeperleri kalınlaşmış endodermis ile örtülüdür. İçte 3-4 adet metaksilem ve 5 adet ksilem kolu bulunmaktadır (Şekil 4 A, B). Skap enine kesitinde en dışta ince bir kutikula tabakası bulunmaktadır. Kortekste epidermisin altında küme şeklinde kollenkimatik hücreler ve yer yer rafit kristalleri bulunmaktadır. İletim demetleri 4 halka halinde sıralanmış olup öz bölgesindeki hücrelerin duvarları parçalanmıştır (Şekil 4 C, D, F). Yaprak enine kesitlerinde adaksiyal epidermis hücreleri abaksiyal epidermis hücrelerinden geniştir. Mezofilde aerenkima boşlukları bulunmakta olup, palizat ve sünger parankiması ayrımı gözlenmemiştir (Şekil 4 E).





Şekil 3. *Arum nickeli*' nin kök (A-B), skap (C), skapa ait iletim demeti (D) ve yaprak (E-F) enine kesitleri; e: epidermis, en: endodermis, f: floem, id: iletim demeti, kl: kollenkima, ko: korteks, ku: kutikula, ks: ksilem, m: metaksilem, pp: palizat parankimasi, pr: periskl, sp: sünger parankimasi, rk: rafit kristalleri.





Şekil 4. *Arisarum vulgare* 'nin kök (A-B), skap (C-D) ve yaprak (E) enine kesitleri ve rafit kristalleri (F); ab: abaksiyal epidermis, ad: adaksiyal epidermis, ae: aerenkima, e: epidermis, en: endodermis, f: floem, id: iletim demeti, ks: ksilem, ko: korteks, kl: kollenkima, ku: kutikula, mk: metaksilem, m: mezofil, id: iletim demeti.

## SONUÇ

Çalışmamızda *Arum nickelii* ve monotipik *Arisarum vulgare* türlerinin morfolojik ve anatomik özellikleri araştırılmıştır. Morfolojik incelemelerde spatanın ayrık ya da birleşik oluşu iki cins için ayırt edici özelliklerdendir. *Arum nickelii*'nin yaprak saplarının skaptan uzun olması ve yumrunun yatay oluşu karakteristik özelliklerdendir. Morfolojik karakterler genel olarak Davis (1984)'in tanımıyla uyum göstermektedir.

Anatomik incelemelerde ise kök enine kesitinde *Arum nickelii*'de endodermiste kalınlaşma gözlenmemiştir.

Her iki türde kök enine kesitlerinin merkezinde çok sayıda büyük metaksilem ve ksilem kolları bulunmaktadır. Skap enine kesitlerinde her iki türde de epidermisin altında köşe kollenkiması küme şeklinde yer almaktadır. Benzer şekilde Mayo ve ark. (1997), *Syngonium* (Birdsey, 1955), *Dieffenbachia* (Tieghem, 1867), *Aglaonema*, *Asterostigma*, *Homalomena*, *Philodendron*, *Schismatoglottis*, *Spathantheum* ve *Zantedeschia* cinslerine ait türlerde de gövdede korteksin dış kısmında kollenkimanın bulunduğunu belirtmişlerdir. Anatomik çalışmalarda gözlenen rafit kristallerinin sistematik ve filogenetik

çalışmalarda türler arası karışıklığı gidermek için önemli ve değişmeyen karakterler olduğu belirtilmiştir. Kristallerin şekli ve bitkide bulunduğu kısımlar çok önemlidir (Metcalf ve Chalk, 1983; Yentür, 1995; Fahn, 1990; Selvi ve ark., 2008). Çalışmamızda rafit kristalleri çoğunlukla *Arisarum vulgare*'nin skapında, rafit demetleri de *Arum nickeli*'nin yapraklarında gözlenmiştir. Araştırmacılar Araceae familyasının mezofil dokusunda sıklıkla druz ve rafit kristallerini gözlemişler hatta diğer kristallerinde bulunabileceğini not etmişlerdir (Genua and Hillson, 1985; Mayo ve ark., 1997; Keating, 2003, 2004). Yaprak mezofilleri *Arum nickeli*'de bifasiyal olup, *Arisarum vulgare*'de ise unifasiyaldir. Dalitzsch (1886), Araceae familyasının mezofillerinin çoğunlukla bifasiyal olduğunu, izobilateral yaprakların ise nadiren görüldüğünü *Anthurium* ve *Montrichardia* cinslerine ait bazı türlerde sünger parankimasının neredeyse hiç

bulunmadığı, palizatın ise tek tip yapıda olduğunu belirtmiştir. Kandemir (2008), Ordu ve çevresinde yayılış gösteren *Arum* cinsine ait türlerin anatomilerini incelediği çalışmasında, *Arum orientale* Bieb. ve *A. elongatum* Steven subsp. *elongatum* türlerinin kök enine kesitlerinde endodermiste kaspari şeridi şeklinde çeper kalınlaşmasının bulunduğunu, yapraklarının bifasiyal olduğunu ve mezofillerinde geniş havalandırma boşlukları (aerenkima) ve rafit kristallerinin yer aldığı belirtmiştir. İncelediğimiz türlerin bu çalışmada elde edilen bulgularla benzerliklerinin olması yanında gövdede kollenkimatik hücreler bulunması gibi farklı bulgular da yer almaktadır. *Arum* cinsine ait türlerin anatomisi ile ilgili rastlanan çok az sayıda çalışma olması bakımından incelenen türler *A. orientale* ve *A. elongatum* subsp. *elongatum* türlerinin anatomik bulguları ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. İncelenen türlerin diğer *Arum* cinsine ait türlerle (Kandemir, 2008) karşılaştırılması

		<i>A. nickeli</i>	<i>Arisarum vulgare</i>	<i>A. elongatum</i> subsp. <i>elongatum</i>	<i>A. orientale</i>
KÖK	<b>Endodermiste kalınlaşma</b>	Belirgin değil	Kaspari şeklinde	Belirgin değil	3 yönlü
	<b>Ksilem kolu sayısı</b>	7-8 kollu	5 kollu	5 kollu	4 kollu
SKAP	<b>Rafit demetleri</b>	Gözlenmedi	Gözlendi	Bulunur	Belirtilmemiş
	<b>Destek doku</b>	Kollenkima	Kollenkima	Sklerenkima	Sklerenkima
YAPRAK	<b>Yapısı</b>	bifasiyal	unifasiyal	bifasiyal	bifasiyal
	<b>Rafit demetleri</b>	Gözlendi	Gözlenmedi	Belirtilmemiş	Bulunur
	<b>Aerenkima</b>	Gözlenmedi	Bulunur	Bulunur	Bulunur

Sonuç olarak bu çalışmada, çalışılan türlerin köklerinde iletim demetlerinin ve endodermis yapısı, gövdede köşe kollenkimasının bulunması, yaprak mezofilin yapısı, rafit kristallerin bulunması ve yapısı ile yaprakta aerenkimanın bulunması bu türler için ayırt edici anatomik özellikler olarak tespit edilmiştir. Aerenkimanın bulunması yaşanan habitatın su açısından zengin olduğunu göstermektedir. *Arisarum* ve *Arum* cinslerine ait türlerinin zehirli etkileri yanında tıbbi kullanım alanları da mevcuttur. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular ileride gerçekleştirilecek olan farmasotik ve ayrıntılı anatomik çalışmalar için kaynak oluşturacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma "2.Uluslararası Kazdağı ve Edremit Sempozyumu"nda poster bildiri olarak sunulmuştur.

## KAYNAKLAR

Algan G 1981. Microtechnics for the Plant Tissues. Fırat University, Science and Art Faculty, Publication Number: 1, İstanbul, 94 p.

Alpınar K 1985. Batı Türkiye'de *Arum* L. ve bu türlerin nişasta ve protein miktarları, Doğa Bilim Dergisi, 9(3): 473-483.

Alpınar K, Karayığit N, İmre Z 1996. Türkiye'de Yetişen Bazı *Arum* L. Türlerinin Zehirliliği Hakkında Ön Araştırma (I), XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi 17-20 Eylül, İstanbul.

Anonim 2017. The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> accessed 1st January (Erişim tarihi: 09.05.2017).

Birdsey MR 1955. The morphology and taxonomy of the genus *Syngonium* (Araceae). University of California. Unpubl. Ph.D. Thesis.

Dahlgren RMT, Clifford HT 1982. The Monocotyledons. A Comparative Study. Academic Press, New York.




Dalitzsch M 1886. Beiträge zur Kenntnis der Blattanatomie der Aroideen. Bot. Centralbl. 25: 153-156.

Davis PH 1984. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, vol 8.

- Davis PH, Mill RR, Tan K 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, vol 10.
- Fahn A 1990. Plant Anatomy. 4th ed. Pergamon Press, Oxford, New York.
- Genua JM, Hillson CJ 1985. The occurrence, type and location of calcium oxalate crystals in the leaves of fourteen species of Araceae, Annals of Botany, 56: 351– 361.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T, Başer KHC 2000. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. (Suppl 2) Edinburgh Univ Press Vol. 11, Edinburgh.
- Güner A, Akyıldırım B, Alkayış MF, Çıngay B, Kanoğlu SS, Özkan AM, Öztekin M, Tuğ GN 2012. Türkçe Bitki Adları: Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT Edlr. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, 263.s İstanbul.
- Kadri H, Zeghad F, Djilani A 2013. Antioxidant activity and polyphenol content of methanol extracts from *Arisarum vulgare*, Planta Medica 79 - PI51.
- Kandemir N 2008. Ordu çevresinde yayılış gösteren *Arum* L. (Araceae) cinsinin bazı türleri üzerinde morfolojik ve anatomik incelemeler. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 1: 37-43.
- Keating RC 2003. Anatomy of the Monocotyledons. IX. Acoraceae and Araceae. (Series editors: Gregory M, Cutler DF.) Oxford, UK: Oxford University Press.
- Keating RC 2004. Systematic occurrence of raphide crystals in Araceae. Annals of the the Missouri Botanical Garden, 91: 495– 504.
- Mayo SJ, Bogner J, Boyce PC 1997. The genera of Araceae. Kew, London: Kew Publishing.
- Metcalf CR, Chalk L 1983. Anatomy of the Dicotyledons. Oxford Univ. Press, Oxford, vol. 1.
- Selvi S, Erdoğan E, Daşkın R, 2008. Morphological, anatomical and ecological studies of *Hyacinthella lineata* (Liliaceae), Ecology, 17: 24-32.
- Tieghem P van 1867. Recherches sur la structure des Aroidées. Annales des Sciences Naturelles; Botanique sér. 5, 6: 72–210.
- Yentür S, 1995. Bitki Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3808, Fen Fak. Yay. No: 227, İstanbul.



## Kara Asker Sineği *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758): Biyoloji, Üretim ve Hayvan Beslemede Kullanımı

Sırrı KAR<sup>1</sup>, Hasan Ersin ŞAMLI<sup>2</sup>, Levent ARIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Tekirdağ, <sup>2</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tekirdağ, <sup>3</sup>Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

✉ : sirrikar@yahoo.com

### ÖZET

Artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak günümüzün en önemli küresel sorunlarından biri durumundadır. Söz konusu ihtiyacın önümüzdeki yıllarda çok daha ciddi boyutlara ulaşacağı ve bu noktada radikal önlemler alınması gerektiği yaygın şekilde vurgulanmaktadır. Bu noktada süregelen alternatif arayışları, insanların, özellikle de çiftlik hayvanlarının beslenmesinde böceklerin en ideal kaynaklardan biri olabileceğini göstermiştir. İlgili araştırmalarda birçok böcek türü üzerinde durulmuş ve bunlardan özellikle de kara asker sineğinin çeşitli açılardan en ideal tür olduğu sonucuna varılmıştır. Üretim kolaylığı, organik atıklarda beslenebilmesi, beslenme artığının organik gübre olarak kullanılabilme potansiyeli taşınması, çevre dostu olması ve larvalarının besin içeriğinin oldukça yüksek olması gibi avantajlara sahip olan tür son yıllarda dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak üretilmeye başlamıştır. Elde edilen veriler ve hazırlanan raporlar, bu sinek türünün dünya çapındaki gıda açığı sorununu giderme konusunda, oldukça iddialı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu makalede, sineğin biyolojisi, morfolojisi, Türkiye koşullarında üretimi, besin içeriği ve hayvan beslemede kullanımı konuları ayrıntılı bir şekilde ele alınmış olup, hem üreticilerin hem de ilgili araştırmacıların yararlanabileceği hemen bütün veriler bir bütünlük içinde sunulmuştur.

DOI:10.18016/ksudobil.323450

### Makale Tarihiçesi

Geliş : 23.06.2017

Kabul : 15.08.2017

### Anahtar Kelimeler

Kara asker sineği,  
biyoloji,  
üretimi,  
hayvan besleme

### Derleme Makale

## Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758): Biology, Farming and Using for Animal Nutrition

### ABSTRACT

Meeting the food needs of growing world population is one of the most important global problems of our time. It is widely emphasized that the need will be much more serious in the coming decades and that radical measures should be taken at this point. The ongoing search for alternatives at this point has shown that insects can be one of the ideal sources for feeding of human and especially livestock. Many insect species have been focused in the related investigations, and the results showed that particularly black soldier fly is the most ideal species in many aspects. The species, which has advantages such as ease of production, feeding on organic wastes, potential for utilization of organic wastes as an organic fertilizer, being nature friendly and largely nutritional content of larvae, has begun to be widely produced in many parts of the world in recent decade. Related data and reports reveal the significance of this fly species in the worldwide food shortage issue with a very assertive certainty. In this review, the issues of biology, morphology, farming in Turkey conditions, nutritional content and use for animal nutrition of the fly have been elaborated in detail, and almost all the current data that both possible producers and related researchers can benefit from are presented in an integrated manner.

### Article History

Received: 23.06.2017

Accepted: 15.08.2017

### Keywords

Acari,  
Black soldier fly,  
life cycle,  
farming, animal Nutrition

### Review Article



**To Cited** : Kar S, Şamlı HE, Arın L 2018. Kara Asker Sineği *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758): Biyoloji, Üretim ve Hayvan Beslemede Kullanımı. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):246-263, DOI:10.18016/ksudobil.323450.

## GİRİŞ

Dünya nüfus artışına ve besin ihtiyacına yönelik olarak Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından bildirilmiş demografik değerlendirmelerde, 2050 yılı itibariyle dünya nüfusunun 9 milyarı bulacağı ve söz konusu nüfusu beslemek için gereken gıda ihtiyacının, 2005-2010 yıllarına göre %70-100 artacağı öngörülmektedir. Öte yandan, tarımsal üretimdeki artış ile ilgili en iyimser öngörü ise %60 dolaylarındadır (Makkar ve ark., 2014; Tomberlin ve ark., 2015). Günümüzde bile, çiftlik hayvanlarının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, dünyadaki tarım alanlarının %70'i, buz olmayan tatlı suyun %30'u ve içilebilir suyun %8'i kullanılmaktadır. Ayrıca, çiftlik hayvanları, insan kaynaklı sera gazı salınımının %14.5'inden sorumlu olup (Makkar ve ark., 2014; van Huis ve ark., 2015), bu durum 21. Y.y.'da 1.8-4 °C ısınacağı tahmin edilen dünya açısından önemli bir durumdur. Öte yandan, diğer bir protein kaynağı alternatifi olan bitkisel üretim ile ilgili olarak da bazı kısıtlayıcı etmenler söz konusu olup, GDO, azot ve fosfor içerikli yaygın gübre kullanımına bağlı su ve diğer kaynakların kirlenmesi, doğal alanların tarlaya dönüştürülmesi, biyoçeşitliliğin azalması, toprak kalitesinin bozulması bunlardan bazılarıdır. Ayrıca, tahminler 2050 yılı itibariyle tarım kaynaklı sera gazı salınımının da %30 artacağı yönündedir (Caruso ve ark., 2014; Tomberlin ve ark., 2015). Yine, bitkisel proteinlerin, pek çok hayvan türü için gereken metiyonin başta olmak üzere lizin, triptofan, treonin gibi esansiyel amino asitleri, en azından bazı hayvanlar için istenen düzeyde içermiyor olması durumu da vardır (Józefiak ve ark., 2016). İlgili açığı kapatmak amacıyla, omurgalı hayvanlara ait et, kemik, kan unu, balık unu ve bazı diğer rendering ürünlerinden uzun yıllar yararlanılmıştır. Ancak, ortaya çıkan deli dana hastalığı (BSE), bu hastalığın söz konusu besleme stratejisi ile olası ilişkisi ve bazı diğer etmenler bu tip kaynakların çiftlik hayvanlarındaki kullanımının Avrupa Birliği'nde kısıtlanmasına yol açmıştır (Elwert ve ark., 2010; Veldkamp ve Bosch, 2015). Yine; bazı yemler için önemli bir kaynak olan balık unu ve balık yağının da, ilgili doğal kaynakların azalmasından dolayı günümüzde bile üretiminin hızla düştüğü bildirilmektedir (Tomberlin ve ark., 2015). Bütün bu veriler dikkate alındığında, hayvanların beslenmesi noktasında, üretimi çevre dostu olan, kaliteli yeni protein kaynaklarına ciddi derecede ihtiyaç duyulduğu ve bu ihtiyacın da zamanla hızla artacağı görülmektedir (Elwert ve ark., 2010; Veldkamp ve Bosch, 2015).

Dünya genelinde yaklaşık 400 farklı yenilebilen böcek türünün olduğu kaydedilmektedir (Allotey ve Mpuchane, 2003; Ozden ve ark., 2012). Bu böceklerden

biri olan *Locusta migratoria* çekirgesi kullanılarak hazırlanan besiyerlerinde çoğaltılan *Aspergillus niger* mayaları tarafından, besin endüstrisinde sıkça kullanılan sitrik asit üretiminin yapıldığı bilgiside kaydedilmektedir (Taskin ve ark., 2012).

Böceklerin hayvan yemlerinde alternatif protein kaynağı olarak kullanımı düşüncesi, özellikle son 30 yılda artarak devam eden bir ilgiyi üzerinde toplamış olup, dünya genelinde 18'den fazla ülkede konu ile ilgili oldukça etkili çalışmalar yürütülmektedir (Tomberlin ve ark., 2015). Öte yandan, Avrupa Birliği'nde, böcek proteinleri de işlenmiş hayvan proteini grubuna dahil edilmiştir. Fakat bu tip kaynakların yemlerde kullanımı ile ilgili kısıtlamalar bulunmaktadır. Ancak, 2013 yılında balıklarda böcek proteini kullanımı serbest bırakılmıştır; takip eden yıllarda bazı diğer değişikliklerin de olacağı öngörülmektedir. Bu noktada, ilgili besinlerin güvenilirliği ve değeri ile ilgili son birkaç yıldır hızla gelmeye başlayan çalışma sonuçlarının yasal süreçleri hızlandıracağı da ifade edilmiştir (Charlton ve ark., 2015; Tomberlin ve ark., 2015).

Hayvan beslemede kullanılacak alternatif arayışında bazı böcek türleri üzerinde özellikle durulmaktadır. Bunlardan başlıcaları kara asker sineği (*Hermetia illucens*), karasinek (*Musca domestica*) ve sarı unkurdu (*Tenebrio molitor*) (Veldkamp ve ark., 2012; Charlton ve ark., 2015). Bu türlerden de, besin içeriği, yetiştirme kolaylığı, farklı birçok materyalde beslenebiliyor olmaları gibi nedenlerden dolayı kara asker sineği özellikle öne çıkmaktadır (Andrew ve ark., 2010; Diener ve ark., 2011; Tomberlin ve ark., 2015).

## Kara Asker Sineğinde Morfoloji, Biyoloji ve Beslenme

Kara asker sineğinin, *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758), esas orijini Amerika kıtasının tropikal ve subtropikal bölgeleridir. Ancak, II. Dünya Savaşı'ndan sonra dünyaya yayılmış olup günümüzde 40° güney, 45° kuzey enlemleri arasındaki bölgelerde (Diener ve ark., 2011) ve Türkiye'de (Üstüner ve ark., 2003) doğal olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Diptera dizisi, Stratiomyidae ailesi, Hermetiinae alt ailesi, *Hermetia* cinsinde yer alan kara asker sineğinin holometabol olan biyolojisi yumurta, 5 larva, pupa ve ergin şeklinde izler (Caruso ve ark., 2014). Yaşam döngüsünün karakteristiği papulasyona ve sıcaklık, nem, besin varlığı, ışık gibi faktörlere bağlı olarak az çok değişir. Bu noktada, sineğin bütün biyolojik dönemi için 27-30 °C sıcaklık ve %60-70 dolaylarındaki nemin uygun olduğu ve bu koşullar altında yumurtadan ergine toplam sürenin ortalama 40-45 gün sürdüğü ifade edilmiştir (Kim ve ark., 2008; Diener ve ark., 2009; Tomberlin ve ark., 2009). Öte yandan, tropikal bir tür olsa da, 27 °C üzeri sıcaklığın bu türün gelişimi

üzerine bazı olumsuzluklara neden olabileceği ve bu sıcaklıkta gelişen erginlerin, olasılıkla hızlanan metabolizmadan dolayı, daha küçük ve yaşam sürelerinin de daha kısa olduğu kaydedilmiştir (Tomberlin ve ark., 2009).

Çiftleşmiş ergin dişi sinek, larvaları için uygun besin olan organik materyallerin hemen üst kısımlarında veya kenarlarında bulunan yarık, çatlak, oluk veya oyuklara yumurtlarken, doğrudan organik materyal üzerine yumurtlama eğilimleri pek yoktur. Organik materyalden salınan kokunun sineğin bu tip ortamlara yumurtlamasını tetiklediği düşünülmektedir. Ayrıca, yumurtlayan dişi sineklerden salınan kimi feromonların, diğer dişilerin de aynı alana yumurtlamasını uyardığı bilinmektedir (Holmes, 2010; Sheppard ve ark., 2002). Yumurtalar kurumaya duyarlı olduğundan, yumurtlama alanı ve ortamının kısmen nemli olması tercih edilir. Bu noktada %30-90 arası (%60 ideal) nem ve 27-37 °C arası (27-30 °C ideal) sıcaklığın uygun olduğu bildirilmiştir (Sheppard ve ark., 2002; Holmes ve ark., 2012). Dişi sinek bir kere yumurtlamakta, genellikle grup halinde 320-1000 yumurta bırakmakta ve kısa bir süre sonra da ölmektedir. İnkubasyon sürecinde rengi beyazımsıdan sarımsı beje değişen yumurtalar, oval formda ve yaklaşık 1 mm uzunluktadır (Tomberlin ve Sheppard, 2002; Kim ve ark., 2008).

Yumurtaların ideal koşullarda (27 °C, >%60 nem) %80'i açılmaktadır (Holmes, 2010; Sheppard ve ark., 2002) ki açılmaları genellikle bırakılmayı takip eden 102.-105. saatlerde gerçekleşir (Olivier, 2010). Birinci dönem larvalar 0.66 mm uzunluğundadır. Fotofobik karakterdeki larvalar, sürünerek veya yüksekteyse üzerine düşerek civardaki organik materyale ulaşır ve hemen beslenmeye başlar (Tomberlin ve ark., 2009). Larvalarda vücut 11 segmentlidir ve her segmentte mikroskobik kıl ve setalar yer alır. Gelişimleri adına uygun sıcaklık aralığı 20-30°C'dir. Uygun koşullar altında 2-4 haftada son dönem larva haline gelebilir ki büyüklüğü 20 mm (12-27 mm) uzunluğa, 6 mm çapa ve 220 mg ağırlığa ulaşabilir. Olumsuz şartlarda gelişim süreci 5-6 aya kadar uzayabilen larvalar kuraklığa, besin azlığına, düşük oksijen seviyesine oldukça dayanıklıdır (Díclaro ve Kaufman, 2009; Tomberlin ve ark., 2009; Diener ve ark., 2011). Esnek bir yapıya sahiptirler; %70 isopropil alkolde 2 saat yaşayabilirken, 1000 g seviyesindeki tekrarlı santrifüjlere direnç gösterebilirler (Oliver, 2010). Prepupa olarak da bilinen son dönem larvanın rengi, kütikulasında biriktirmeye başladığı kalsiyum tuzları sayesinde bej renkten koyu kahverengine dönmeye başlar. Bu süreçte, sindirim sistemini boşaltır, antibakteriyel bazı maddeler salgılar, ağız organelleri hafiften aşağı yönde kıvrılır ve bir kanca belirir. Söz konusu kanca yardımıyla beslenmekte olduğu materyalden ayrılan son dönem larva, görece yüksek ve kuytu bir alana ilerler ve inaktif pupa dönemine girer. Çalışmalar, son dönem larvanın

30-45°lik eğimlere doğru belli bir tırmanma eğiliminde olduğunu ve uygun pupa alanına ulaşabilmek adına 100 m kadar uzaklaşabildiğini göstermiştir. Pupaların belli bir alanda toplanma eğiliminin olması, birbirini takip etmelerini sağlayan belli kimyasalların da olabileceğini düşündürmektedir. İdeal pupa alanının kuytu, mümkün olduğunca loş, pek fazla mikrobiyal üremenin olmadığı, kuru ancak belli derecede de nemli alanlar olması gerektiği, larvaların ışığı sevmediği ve bağlı olarak, söz konusu göçün özellikle geceleri gerçekleştiği bildirilmiştir (Holmes, 2010; Olivier, 2010; Diener ve ark., 2011).

Pupa dönemi ideal koşul olan 27-30 °C sıcaklık ve %60 nemde 10-14 gün sürer (Sheppard ve ark., 2002; Holmes, 2010), ancak, soğuk hava sürecin 5 aya kadar uzamasına da neden olabilmektedir. Takibinde, pupalar açılır ve ergin sinekler çıkar ki ilk çıkanlar genelde erkek sineklerdir. Ergin sineklerin büyüklüğü, larva dönemindeki beslenme performanslarına da bağlı olarak 13-20 mm arasında değişir; dişiler erkeklere göre kısmen daha büyüktür. Bir çift uzun antene, üç çift bacağı ve iyi gelişmiş bir çift kanada sahip olan sinek genel olarak siyahımsı renktedir; ancak, bacakların tarsus kısımları beyazımsıdır ve bağlı olarak çizgili görünür (Tomberlin ve ark., 2002; Caruso ve ark., 2014; Makkar ve ark., 2014). Ergin sinekler genellikle 5-14 gün arası yaşar ve irice olanların ömrü küçükler göre daha uzundur. Esasen beslenmezler ve larva döneminde vücutlarında depoladıkları yağ kaynaklarını kullanırlar. Ancak, etrafta var olan su veya nektardan yararlanabilirler ki olası bu durum sineğin yaşama gücünü de arttırır (Tomberlin ve Sheppard, 2002; Díclaro ve Kaufman, 2009). Nem, sinekler açısından oldukça önemlidir ve ideal nem %60-70 olup, altındaki değerlerde ömürleri kısalmır (Holmes ve ark., 2012). Sinekler, pupadan çıktıktan 2-3 gün sonra çiftleşir ve takip eden 2 gün içerisinde de yumurtlar. Çiftleşme gündüzleri gerçekleşir ve bu durum ortalama 20-30 dk kadar süren bir seremoni dahilinde olur. Çiftleşen sineklerin, 0.5-1.5 m yüksekliğe sahip belli bir uçuş alanına, üzerine konup bekleyebilecekleri genişçe bitki yaprakları veya benzer materyallere ihtiyaç duydukları bildirilmiştir (Tomberlin ve Sheppard, 2001, 2002). Ayrıca, belli şiddette ışık çiftleşmede esastır ve ortama doğrudan güneş ışığı gelmesi şarttır. Sabah saatlerinde, ortama gelen 110 µmol m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> şiddetindeki güneş ışığı eşliğinde çiftleşmelerin %85'inin gerçekleşebileceği, ancak daha fazla ışığın olumsuz etki yaratabileceği ifade edilmiştir. Kapalı ortamda bakılan sineklerin mutlaka kaliteli ışık kaynağı (500 watt, 135 µmol m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> şiddetinde quartz iodyen lamba) ile desteklenmesi gerekmektedir (Park, 2016). Sinekler için en ideal ışığın 450-700 nm arası dalga boyunda olduğu da ifade edilmiştir (Zhang ve ark., 2010).

Kara asker sineği larvaları hayvansal veya bitkisel birçok organik materyal üzerinde beslenebilir.

yetisindedir. Kısmen mikrobiyal üreme gerçekleşmiş materyaller daha uygun olsa da, taze veya çürümeye yüz tutmuş besinleri de gayet iyi değerlendirebilirler (Myers ve ark., 2008; Nguyen ve ark., 2013; Žáková ve Borkovcová, 2013). Öyle ki, cesetlerde beslenebilmelerinden dolayı, yaygın olarak buldukları bölgelerde adli entomolojinin de bir konusu durumundadır (Pujol-Luz ve ark., 2008). Larvalar temel olarak saprofajik ve polifajiktir, ancak kanibalistik değillerdir (Caruso ve ark., 2014). Söz konusu polifajik yetisi güçlü ağız organellerinden, etkili tükürük ve sindirim sistemi enzimlerinden kaynaklanır. Çalışmalar, sindirim sisteminde amilaz, proteaz ve lipazların oldukça aktif olduğunu göstermiştir. Yine, karasinek gibi böcek türlerinden farklı olarak, lözin arilamidaz,  $\alpha$ -galaktosidaz,  $\beta$ -galaktosidaz,  $\alpha$ -mannosidaz gibi enzimlerin de oldukça etkili şekilde iş gördüğü bilinmektedir (Kim ve ark., 2011). Larvaların sindiriminde intestinal floranın da büyük bir önemi vardır. Araştırmalar, türün kendine has özel bir floraya sahip olduğunu ve söz konusu oluşumun esasını Bacteroidetes, Firmicutes, Proteobacteria ve Gammaproteobacteria köküne ait bakteri türlerinin değişik oranlardaki karışımının oluşturduğunu göstermiştir. Bunlardan, *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. stratosphericus* ve *Proteus mirabilis* gibi bakteri türlerinin etkili proteaz, amilaz, selüloz, lipaz gibi enzimatik aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (Jeon ve ark., 2011).

### Kara Asker Sineğinin Üretiminde Temel Prensipler

Kara asker sineği larvaları, dünyanın birçok bölgesinde 1990'lardan itibaren üretilmeye başlamış olup, günümüzde üretim küçük, orta veya büyük işletmeler şeklinde artarak devam etmektedir. Bu türün üretimini avantajlı kılan başlıca özellikleri şunlardır: i) Üretimde, önemli düzeyde enerjiye, elektriğe, suya, alana, özel ekipmana ve iş gücüne gereksinim duyulmaması, ii) Atık statüsünde olan ve diğer birçok canlı türü için değerlendirilemeyen, hatta çevre kirliliğine kaynaklık yapan organik materyalleri gayet iyi şekilde kullanabilmesi, iii) Hızlı ve etkili şekilde beslenip üreyebilmesi ve iv) Beslenirken oldukça düşük düzeyde karbondioksit salınımına neden olurken, metan ve diğer sera gazı salınımına yol açmamasıdır (Olivier, 2010; Diener ve ark., 2011; van Huis ve ark., 2013; Nguyen ve ark., 2015). Uygun koşullarda, 2 kg yemden 1 kg CA (canlı ağırlık) prepupa elde edilebileceği, larvaların beslendiği materyali organik vücut moleküllerine çevirebilme yetisinin, besin tipine ve sıcaklık gibi çevresel faktörlere bağlı olarak %1.6-24 arasında değiştiği ve söz konusu yüksek dönüştürücülük gücünde, soğukkanlı fizyolojisinin özellikle önemli olduğu ifade edilmiştir (Sheppard ve ark., 1995; Barry, 2004; Olivier, 2010; Makkar ve ark., 2014; van Huis ve ark., 2015).

Yapılan denemeler, uygun ortam sağlandığı takdirde 1

m<sup>2</sup> alanda, 42 günde 180 kg CA (canlı ağırlık) prepupa (Józefiak ve ark., 2016), günlük 3 ton atık maddeden yine günlük 150 kg KM (kuru madde) prepupa, günlük larva başına 100 mg tavuk yemi kullanarak 1 m<sup>2</sup> alanda 2.5 kg KM prepupa, günlük 3-5 kg market atığı ile 1 m<sup>2</sup> alanda (larva yoğunluğu 5 larva/cm<sup>2</sup>) yine 2.5 kg KM prepupa (Diener ve ark., 2009), 169 kg taze (67.8 kg KM) domuz dışkısıyla 26.2 kg prepupa CA (45.000 larvadan gelişen 37.978 prepupa) (Newton ve ark., 2005), 22 g sinek yumurtasından, 164 kg KM uygun organik materyel kullanarak, haftada 44 kg CA prepupa (5 kgm<sup>-2</sup>, toplamda 585.000 prepupa) ve 130 kg organik gübre, diğer bir ifadeyle 1 kg KM materyalden, 0.266 kg CA prepupa ve 0.52 kg yan ürün (Caruso ve ark., 2014), 100.000 yumurtacı tavuğun bulunduğu bir küme ait dışkılarından 5 ayda 58 ton prepupa (Tomberlin ve Sheppard, 2001) üretilebileceğini göstermiştir. Yine, Amerika'da yapılan hesaplamalar, bir sığır çiftliğinde çıkan gübrenin kara asker sineği larvalarının üretimi amacıyla kullanılması durumunda, inek başına yıllık 100-279 dolar kazanç elde edilebileceği ve bunun 90-230 dolarının prepupaların besin değerinden, 10-49 dolarının ise dışkı kontrolünden sağlanacağı bildirilmiştir (Amatya, 2009).

### Üretim Ünitesinin Temel Özellikleri

Kara asker sineği üretimi amacıyla kurulan ünitelerde hem kalite ve kantite yönünden, hem de ekonomik açıdan verimlilik temel amaçtır. Söz konusu amaç hem kurulum aşamasında, hem de üretim sürecinde dikkate alınmalıdır. Esasen dünyada sinek larvası üretimi yapmakta olan işletmelerin birçoğunda otomasyon/mekanizasyon seviyesi oldukça düşüktür (Veldkamp ve Bosch, 2015). Ünite planlanırken, sinek açısından önemli olan ısı, nem, havalandırma ve güneş faktörü mutlak dikkate alınmalıdır. Bu noktada doğal kaynaklardan mümkün olduğunca yararlanma yoluna gidilmelidir. Uygun görüldüğü takdirde ısıtıcılar, nemlendiriciler ve ventilatörlerden yararlanılmalıdır. Pratik şekilde modifiye edilebilen kullanışlı seviyede yalıtım ve özellikle ergin sineklerin bulunduğu alanın mümkün olduğunca güneş ışığından yararlanabilecek konumda olması en çok dikkat edilmesi gereken unsurlardandır (Olivier, 2010; Holmes ve ark., 2012; Józefiak ve ark., 2016). Ünite dahilinde bulunması gereken temel unsurlar larva üretim konteynerleri ve ergin sinek kafesleridir. Bu iki alanın birbirinden belli derecelerde izole edilmesi, özellikle larva üretim alanına erginlerce yeni yumurtaların bırakılmasını önlemek adına, daha uygun görülmektedir (Caruso ve ark., 2014).

### Larvaların Beslenmesi

Larvaların üretiminde; besin olarak sığır, domuz, tavuk dışkısı, sebze, meyve atıkları, evsel atıklar, tavuk yemi, köpek maması, balık, tavuk veya büyükbaş



hayvanların iç organları, fermentasyon sanayisi yan ürünleri ve diğer birçok organik materyalden yararlanılabileceği bildirilmiştir (Myers ve ark., 2008; Žáková ve Borkovcová, 2013; Nguyen ve ark., 2015). Ayrıca, farklı kaynakların karıştırılması ile elde edilen numunelerde larvaların daha da etkili beslenebildiği gözlemlenmiştir (Diener ve ark., 2011; Gobbi ve ark., 2013). Farklı özellikteki materyallerde beslenen larvalar arasında gelişim, ağırlık ve besin içerikleri yönünden çok da radikal farklılıklar olmadığı (Tomberlin ve ark., 2002), ancak, besin kalitesi arttıkça bazı larva besin değerlerinin de belli derecelerde daha iyi olabileceği bildirilmiştir (Diener ve ark., 2009). Sineğin larvalarının, protein ve yağ içeriği zayıf, enerjisi düşük dışkı ve çoğu bitkisel materyaldeki gelişim sürelerinin daha uzun sürdüğü, ancak beslenme performanslarının, final ağırlık ve büyüklüklerinin düşük kaldığı, öte yandan çok yüksek yağ içeriğine sahip materyalin ise yaygın larva ölümü ile sonuçlandığı ifade edilmiştir (Nguyen ve ark., 2013). Yapılan bir denemede, % 75 inek dışkısı % 25 balık organı karışımının oldukça başarılı bir beslenme sağladığı, ancak daha fazla balık organının, olasılıkla yüksek yağ oranından dolayı larva ölümlerine yol açtığı görülmüştür (St Hiliare, 2007). Yine, inek dışkısı ile yapılan çalışmalarda, kısıtlı dışkı verilen larvaların genellikle daha erken gelişimini tamamladığı, ancak sonuçta hafif ve boyutlarının küçük kaldığı görülmüştür (Myers ve ark., 2008). Genel olarak larvalar için %15 protein içerikli besinler ideal olsa da, % 6 protein içerikli dışkıları da gayet iyi kullanabilmektedirler ve farklı protein içerikli besinler larvanın kendi besin kompozisyonunu pek etkilememektedir (Caruso ve ark., 2014; Spranghers ve ark., 2016). Özellikle yağ ve karbonhidrat yeterli düzeyde olduğu takdirde protein azlığı pek sorun yaratmamaktadır. Besindeki yağ miktarı da esasen larva için çok da ciddi bir kısıtlayıcı etmen değildir; çünkü, kendi ihtiyacı olan besin maddelerini diğer organik materyallerden sentezleyebilme yetisindedirler. Bu noktada, hem kendi metabolizmaları, hem de sindirebildikleri bakteri veya bakteri ürünleri özellikle önemli olup (Caruso ve ark., 2014), tavuk dışkısına katılan *Bacillus* sp.'nin larva beslenmesini olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Yu ve ark., 2011).

Tek bir larva; besin tipine ve çevresel koşullara bağlı olarak günlük ortalama 100 mg (25-500 mg) besin tüketebilmektedir (Diener ve ark., 2011; van Huis ve ark., 2013; Makkar ve ark., 2014). Larvaların beslenme ortamındaki yoğunluğunun ortalama cm<sup>2</sup>'de 5 olabileceği ve ideal çevre koşullarında, bu civardaki yoğunluk için, m<sup>2</sup>'ye günlük 15 kg organik materyal (Olivier, 2010; Park, 2016) veya 4-8 kg tavuk yemi (% 60 nemli, larva başına günlük 100 mg) (Diener ve ark., 2009) kullanılabileceği ifade edilmiştir. Yine, 45.000 larva, 14 günde, 24 kg domuz dışkısı tüketebilmektedir

(Newton ve ark., 2005). Günlük 70 g inek dışkısı verilen larvaların 43 gün içinde 137 mg canlı ağırlığa ulaştığı görülmüştür (Myers ve ark., 2008).

Larvaların beslendiği materyaldeki nemin % 60-70 (40-90) dolaylarında olması uygundur (Fatchurochim ve ark., 1989; St Hiliare, 2007; Myers ve ark., 2008; Olivier, 2010). Uygun nemi sağlamak adına, hazırlık aşamasında materyale doğrudan su eklenebilmektedir. Beslenme sürecinde de, materyal kontrol edilip, gerekirse günlük ortama su ilaveleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu noktada, kuruyan besinin larva gelişimini ciddi derecede olumsuz etkilerken, larvaların aşırı sulu ortamda beslenmeyip kenarlara doğru uzaklaştıkları kaydedilmiştir (Diener ve ark., 2009; Caruso ve ark., 2014). Bir şekilde, ortamda birikebilecek fazla sıvının tahliyesi için, larva besleme konteynerlerinde drenaj sisteminin olmasının iyi olabileceği görülmüştür (Diener ve ark., 2011). Ayrıca, hem ideal beslenme, hem de ideal nem adına, beslenen larva-taze besin karışımının ortalama 5 cm derinlikte olması uygun bulunmaktadır. Önceki beslenmeye ait kalıntı genellikle söz konusu bu üst fazın altlarında kalmaktadır (Caruso ve ark., 2014)

Larvalara yem verme işlemi, günlük veya günaşırı yapılabilir (Sheppard ve ark., 2002; Barry, 2004; St Hiliare, 2007). Besleme işleminin, ortamdaki larvaların yarısı prepupa aşamasına giriş yaptığında kesilmesinin ve beslenme materyalinin kurumaya bırakılmasının uygun olacağı bildirilmiştir (Sheppard ve ark., 2002). Yemlerin günlük veya birkaç gün ara ile hazırlanabileceği, belli derecede mikrobiyal üreme gelişmiş besinlerin larvalar için sorun olmayacağı ifade edilmiştir. Gerekirse, hazırlanan besinler -20°C'de uzun süre saklanabilmekte ve dondurucudan çıkan besin bir gün dışarıda tutulup eritildikten sonra larvalara verilebilmektedir. Ayrıca, iri parçalı besinlerin kıyma makinesinden geçirilmesi ve homojenize edilmesi ideal bir uygulama olarak görülmektedir (Nguyen ve ark., 2013).

Esasen tropikal bir tür olan kara asker sineğinin üretiminde temel kısıtlayıcı unsur sıcaklıktır. Hemen her gelişim dönemi için 27-30 °C sıcaklık uygun görülse de sinek 20-40 °C arasında gelişimini tamamlayabilmektedir. Öte yandan, ideal sınırlardan çıktıkça üretim süresi ve miktarı olumsuz etkilenmekte, ilgili nedenden dolayı larvaların gelişim süreci uygun koşullarda 2 haftada tamamlanırken, olumsuz sıcaklık, nem ve besin varlığında süreç 4-5 aya kadar uzayabilmektedir (Sheppard ve ark., 2002; Olivier, 2010; Nguyen ve ark., 2013; Holmes ve ark., 2013). Ancak, üretim ünitelerinde yapılacak bazı izolasyon uygulamaları ve bazı küçük müdahalelerle, Kanada gibi soğuk coğrafyalarda bile, çok fazla ısıtma gideri olmadan yıl boyu üretim yapılabileceği bildirilmiştir (Diener ve ark., 2009; Alvarez, 2012; Holmes ve ark., 2012). Belli bir ortamda kalabalık şekilde beslenen larvaların sürütme, titreşim gibi



etkinlikleri nedeniyle ve ortamdaki mezofilik ve termofilik bakteriler sayesinde buldukları mikro çevre ısınmaktadır. Öyle ki, söz konusu kalabalık nedenli aşırı ısınma riskinin yaz dönemi üretimlerinde göz önünde bulundurulması gerektiği ifade edilmektedir. Soğuk zamanlarda, konteynerlerde beslenen larvaların üzerine, yüzeylerini örtecek şekilde bırakılan strafor veya benzeri yalıtıcı ve hafif malzemelerin ölçmemeleri için yeterli olabileceği bildirilmiştir (Olivier, 2010).

### Pupa İnkubasyonu

Larva üretim konteynerleri, üretim potansiyeline göre değişik büyüklüklerde olabilmekte, sert plastik veya korozif olmayan metalden yapılabilmektedir. Büyük konteynerler zemine veya tezgah üstüne tekli yerleştirilebildiği gibi, daha küçük olanları raf sistemine katlı halde yerleştirmek de mümkündür. Ebatların belirlenmesinde, olması gereken larva yoğunluğunun 2-5 larva cm<sup>-2</sup> ve gıda derinliğinin ise 10-15 cm düzeylerini geçmemesi gerekliliği dikkate alınmalıdır ki larvalar genel olarak besin materyalinin, havalanma derecesine göre, üst 2.5-3.8 cm'lik kısmında yerleşim göstermektedirler. O nedenle konteynerler için en az 30-40 cm derinliğin gerekebileceği anlaşılmaktadır. Konteynerde, olası aşırı sıvı birikimini drene edecek bir sistemin olması uygun olacaktır. Yine, bir tarafının tümünden veya bir iki çıkış yolu halinde 30-45° eğimde, hafif pürüzlü yüzeye sahip şekilde olması gerekmektedir. Çünkü, uygun koşullarda yumurtaların %80'inden larva çıkmaktadır. Bu larvaların da % 76 ±12'si prepupa sürecine ulaşmakta ve beslenmesini tamamlayan prepupalar, etraftaki eğime doğru tırmanıp ayrı bir yerde pupa sürecine girmeyi tercih etmektedir. Söz konusu tırmanma alanının sonunda, prepupaların toplanmasını sağlayacak, mümkün olduğunca kısıtlı, dar bir geçişten ilerleyerek içine düşülen, mümkün olduğunca az ışıklı, koyu renkte bir bölme bulunmalıdır. Sonraki işlemlere alınacak prepupalar bu toplanma alanından düzenli olarak toplanabilmektedir (Diener ve ark., 2009; Olivier, 2010; Diener ve ark., 2011; Caruso ve ark., 2014).

Ergin sinek çıkımı için ayrılan pupalar, plastik veya ahşap bir kutu içerisine alınabilmektedir. Bu amaç için, öncelikle kutuya 15-20 cm derinliğinde pupasyon substratı konmalıdır. Substrat olarak gözenekli yapıya sahip, hafif, kirli veya yağlı olmayan, pupanın hava almasını engellemeyecek, partikül büyüklüğü pupadan küçük, ancak stigmasından büyük materyaller tercih edilmelidir. Bu noktada talaş ideal bir substrat olarak tanımlanmıştır. Pupalar, pupasyon substratına 20 g / 120 cm<sup>2</sup> yoğunlukta veya 2 L'lik kaba 100 pupa olacak yoğunlukta konulmalıdır. Daha yüksek yoğunluklar ergin çıkış oranını düşürmektedir. Pupasyon kabının ağzı bir tül ile kapatılmalı ve uygun bir pupasyon ortamına bırakılmalıdır. Söz konusu pupasyon ortamı

kuru olmalıdır. Ancak, belli derecede nemli olması gerekir. Bu amaç için, çok kuru substratlar bir miktar su ile nemlendirilebilir. Pupalar ergin sinekler için ideal olan koşullarda gelişimini tamamlayabilmektedir. Uygun koşullarda (27-30 °C, % 60-70 nem), pupalar 5-15 günlük bir süreçte açılır (bir haftada % 40'ı, 15-16 günde %90'ı açılır) ve ergin sinekler çıkar; ancak süreç daha soğuk ortamlarda açılmadan 5 aya kadar uzayabilmektedir. Hatta, uygun kaplarda +4°C'ye alınan pupalar bir çeşit fizyolojik dormansiye girer ki bu halde aylarca canlı olarak muhafaza edilebilmektedir. Pupa taşıyan kaplar ergin sinek kafeslerinde bulunmuyor ise, açılma süreci başladığında kapaklarındaki korunak uzaklaştırılıp kafese bırakılmalıdır (Sheppard ve ark., 2002; Holmes ve ark., 2013; Caruso ve ark., 2014). Pupadan geriye kalan kabuklar kitin kaynağı olarak biriktirilebilmektedir (Holmes, 2010).

### Ergin Sinek Bakımı ve Yumurta Kontrolü

Ergin sineklerin 1-2 hafta süren kısa yaşamlarında, çiftleşip yumurta bırakmaları yetiştirme sürecindeki en zorlu biyolojik aşamadır. Bu süreç için 27-30 °C (20-40 °C) ve % 70 (20-90) nem ideal kabul edilmektedir (Sheppard ve ark., 2002; Barry, 2004; Holmes ve ark., 2013). Sineklerin çiftleşmesi yarım saat kadar süren bir seremoni eşliğinde gerçekleşmekte olup, bu seremonideki uçuş süreci adına belli bir alana ve üzerine konacakları materyallere ihtiyaç duyarlar. O nedenle, üretim ünitelerindeki ergin sinekler için en az 1.8×1.2×1.5 m ebatlarında kafese ihtiyaç duyulduğu (Zhang ve ark., 2010; Holmes ve ark., 2012), öte yandan 80×80×150 cm ebatlarındaki bir kafeste bile 5.000'e kadar erginin barındırılabilmesi ifade edilmiştir (Charlton ve ark., 2015). Kafes içine, sineklerin konabileceği geniş (4-7 cm) yapraklı plastik çiçeklerin yerleştirilebileceği bildirilmiştir (Sheppard ve ark., 2002). Esasen sineklerin çiftleşmesinde en büyük kısıtlayıcı etmen ışıktır. Direkt güneş ışığı altında çiftleştiklerinden, ergin kafeslerinin üniteye, özellikle sabah saatlerinde bol güneş alacak şekilde yerleştirilmesi önemlidir (Park, 2016). Gerekirse, sineklerin yumurtlamasını uyarmak amacıyla, gün içinde, sinek kafesleri bir süreliğine ünite dışına bile taşınabilmektedir (Charlton ve ark., 2015). Güneşin yetersiz olduğu mevsimlerde yapay ışık kaynaklarından yararlanılabilmektedir. Bu amaç için kafesin üst kısmına bir lamba yerleştirilebilmekte (400-450 watt, 350-450 nm, sodyum lamba) ve 14:10 aydınlık : karanlık düzeninde ortam ışıklandırılabilir (Zhang ve ark., 2010). Ergin sinekler beslenmese de, su damlacıklarından yararlanabilmekte ve hatta şekerli sıvıları tüketerek enerji alabilmektedirler. Ortam nemi sinekler için önemli olduğundan, ergin kafeslerinde manuel veya otomatik su spreylerinin düzenli kullanımı önemlidir (Tomberlin ve Sheppard, 2002; DiClaro ve Kaufman, 2009).

Ergin sineklerin yumurtlaması adına bazı özel düzenlemeler gerekmektedir. Sineklerin belli bir yere yumurtlaması için ortamda bazı cezbediciler bulunmalıdır. Bu amaç için ergin kafesine bir kap içerisinde 1 kg kadar yüksek derecede nemli (% 60-70) organik besin materyali yerleştirilmelidir. Materyal olarak, karasinek larvaları için tarif edilen besin (5:3:2 oranında karıştırılmış buğday kepeği:alfalfa:mısır unu, yarı yarıya suyla karıştırılarak hazırlanır), tavuk yemi, tavuk dışkısı gibi organik materyaller kullanılabilir. Bu materyalin nemi düzenli olarak yükseltmeli, kurumaması engellenmeli ve en geç 10 günde bir numune değiştirilmelidir (Tomberlin ve ark., 2002; Caruso ve ark., 2014). Yumurtlama aparatı: 3 x 5 cm ebatlarında, 3 x 4 mm büyüklükte gözenekleri olan karton parçalarından üç tanesi üst üste yapıştırılarak hazırlanabilmektedir. Sinekler bu gözeneklere yumurtlar (1 mm, beyazımsı renkte; sinek başına birkaç yüz tane, grup halinde) ki genellikle birbirine yakın gözeneklere yumurtlama eğilimindedirler. Hazırlanan aparatlar, kafese yerleştirilen cezbedici besinin hemen 3-5 cm üst kısımlarına yerleştirilmelidir. Aparatların, kafesin nemlendirilmesi sırasında ıslanmamasına dikkat edilmeli, gerekirse üst kısımlarına bazı koruyucular yerleştirilmelidir (Holmes ve ark., 2012; Caruso ve ark., 2014). Düzenin hazırlanması sırasında, cezbedici organik materyalin büyükçe (çap 25 cm, yükseklik 10 cm) bir plastik kabın tabanına yerleştirilebileceği ve yumurtlama aparatlarının da yine bu kabın iç yüzeyine yapıştırılabileceği de bildirilmiştir (Sheppard ve ark., 2002; Zhang ve ark., 2010).

Kafeslerden alınan yumurta bırakılmış karton bloklar plastik bir kaba (400-500 ml) yerleştirilebilmekte ve ağız kısmı bir kağıt havluyla kapatılıp 27-30 °C, %50-70 nem içeren bir ortamda tutulabilmektedir. Larvalar uygun koşullarda çıktıktan (102-105 saatte) sonra, yine aynı veya benzer büyüklükteki bir plastik kap içerisine yerleştirilen yüksek nemli (% 70; 20 g yem - 42 ml su karışımı) besin (tavuk yemi vb.) üzerine konmaktadır. Bu ortamda 3-5 gün beslenen larvalar asıl larva konteynerlerindeki besin üzerine geçirilmektedir (Barry, 2004; Myers ve ark., 2008; Holmes ve ark., 2013; Nguyen ve ark., 2013). Yumurtaların doğrudan beslenme materyali üzerine yerleştirilmesi, olası mantar üremesinden dolayı larva çıkışını belirgin derecede olumsuz etkileyebilmektedir (Sheppard ve ark., 2002).

### Larvalarda Besin İçeriği

Kara asker sineği prepupalarında besin içeriği değerleri, beslendiği materyal tipine ve bazı çevresel faktörlere göre değişebilmektedir. Genel olarak larvaların protein, enerji, yağ bakımından zengin besinleri tüketmesi, ilgili değerler bakımından kendisinin de daha zengin ve daha büyük olmasıyla sonuçlanır (Van Broekhoven ve ark., 2015; De Marco ve

ark., 2015; Makkar ve ark., 2014; Józefiak ve ark., 2016). Yine, tükettiği besin tipinin, larvadaki ham kül kompozisyonunu da belirgin derecede değiştirebildiği, ancak amino asit kompozisyonunda pek bir farklılık oluşturmadığı kaydedilmiştir (Spranghers ve ark., 2016). Prepupa kuru ağırlığının, canlı ağırlığın % 43 (35-50)'ü dolaylarında olduğu ve bu değer fizyolojik bir özellik taşıdığı, o nedenle de beslenme ve diğer faktörlere bağlı olarak aşırı bir değişim göstermediği kaydedilmiştir (Sheppard ve ark., 1995; Barry, 2004). Prepupa kuru ağırlığındaki total yağ içeriğinin besin tipine göre çeşitli derecelerde değiştiği bilinmektedir. Söz konusu değer; kanatlı dışkısında beslenenlerde % 15-25 (Arango Gutierrez ve ark., 2004), domuz dışkısında beslenenlerde % 28 (Newton ve ark., 2005), sığır dışkısında beslenenlerde % 35 (Newton ve ark., 1977) ve yağlı atıklarda beslenenlerde ise % 42-49 olduğu bildirilmiştir (Barry, 2004). Larva yağının, orta uzunluktaki doymuş yağ asitlerinden zengin (total yağ asitinin %67'si), birden fazla çift bağa sahip yağ asiti yönünden görece fakir (total yağ asitinin %13'ü) olduğu ifade edilmiştir (Surendra ve ark., 2016). Öte yandan, larvaların beslendiği materyale göre, total yağdaki yağ asiti tipleri de belirgin derecede oransal değişime uğrayabilmektedir (Sealey ve ark., 2011; Finke, 2013; Spranghers ve ark., 2016). Örneğin; inek dışkısında beslenen kara asker sineği larvalarının % 21 yağ içerdiği ve bu yağın % 21 laurik, % 16 palmitik, % 32 oleik ve % 0.2 omega-3 ( $\alpha$ -linolenik asit, eikosapentaenoik asit, dokosaheksaenoik asit) barındırdığı görülmüştür. Öte yandan, yarı yarıya inek dışkısı ve balık organları karışımıyla beslenen larvaların ise % 30 yağ içerdiği ve bu yağın % 43 laurik, % 11 palmitik, % 12 oleik ve % 3 omega-3 karışımından oluştuğu anlaşılmıştır. Ayrıca, söz konusu olumlu etkinin 24 saatlik bir beslenme değişikliğini takiben bile ortaya çıktığı ifade edilmiştir (St-Hilaire ve ark., 2007) (Çizelge 1).

Kara asker sineği prepupasının çeşitli besin içeriği yönünden et unu, kemik unu, et-kemik unu, balık unu ve soya unu ile benzeştiği (Sheppard ve ark., 1994; Tomberlin ve Sheppard, 2001; Elwert ve ark., 2010; Cullere ve ark., 2016), total protein oranının, kara asker sineği prepupası ununda % 35-57, balık ununda % 61-77, soya ununda ise % 43-56 olduğu bildirilmiştir (Diener ve ark., 2009; Veldkamp ve ark., 2012). Öte yandan, ayçiçeği ve soya gibi yağlı tohumların yağı içeriklerinin (kuru maddenin yaklaşık % 3'ü) kara asker sineği prepupasına (kuru maddenin yaklaşık % 38'i) göre oldukça düşük kaldığı ifade edilmiştir (De Marco ve ark., 2015; Veldkamp ve Bosch, 2015). Amino asit içeriği ile ilgili olarak; genelde böcek proteinlerinin soya ununa göre, arjinin ve sistein yönünden daha fakir, ancak metiyonin ve tirozin yönünden daha zengin olduğu bildirilmiştir (Veldkamp ve ark., 2012), broylerler için esansiyel amino asit indeksi kara asker sineği

prepupasında 1.35, soya ununda ise 1.23 olarak hesaplanmıştır (Veldkamp ve Bosch, 2015). Kara asker sineği prepupalarının metiyonin ve lizin yönünden et ununa çok benzeştiği veya onun çok hafif altında kaldığı görülmüştür (De Marco ve ark., 2015). Yine, böcek unlarının metiyonin ve kalsiyum yönünden balık ununa göre daha zayıf kalabildiği, ancak, kara asker prepupalarının Ca yönünden diğer böceklerle göre daha zengin olduğu kaydedilmiştir (Makkar ve ark., 2014; De Marco ve ark., 2015; Józefiak ve ark., 2016). Kara asker sineği prepupa ununun balık ununa göre yaklaşık % 50 daha az P içermektedir. Yine, yağ oranı da belirgin derecede daha azdır; ancak, yağın daha az olması pupalardan yem hazırlama sürecini de kolaylaştıran bir durumdur (Tschirner ve Simon, 2015).

Genel olarak böcek unlarının, birçok hayvan grubu için yüksek sindirilebilir özellikte oldukları bilinmektedir (Cullere ve ark., 2016). Örneğin; domuzların, %33 oranında yeme katılmış kara asker sineği ununu, yeme katılan benzer orandaki soyadan daha iyi sindirdikleri bildirilmiştir (Newton ve ark., 1977). Yine, broylerlerde de, yeme katılan %30-50 oranında kara asker sineği prepupa ununun soyaya göre, özellikle de amino asit yönünden, daha iyi değerlendirilebildiği kaydedilmiştir (Hwangbo ve ark., 2009; Pretorius, 2011). Aynı konuda yapılmış başka bir çalışmada, amino asit sindiriminde öne çıkan bir durum belirlenememiş olsa da, kara asker sineği destekli yemlerde yağ sindiriminin yağlı tohumlardan daha iyi olduğu anlaşılmıştır (De Marco ve ark., 2015).

Kara asker prepupasının içerdiği yüksek yağ oranının ve yağ asiti kompozisyonunun, türü iyi bir biyodizel üretim alternatifi konumuna getirdiği bildirilmektedir (Zheng ve ark., 2012; Surendra ve ark., 2016). Yapılan bir çalışmada, 1248.6 g taze inek dışkısında, 21 günde, 1200 adet (kuru ağırlığı 273.4 g) prepupa yetiştirilmiş olup, bundan yaklaşık 61 g biyodizel üretilebileceği ifade edilmiştir (Li ve ark., 2011).

Böcekler de dahil olmak üzere birçok canlı türünde değişen şekillerde antimikrobial etkinlik gösteren moleküller saptanmıştır. Bu tip moleküllerin, böceğin hemolenfi başta olmak üzere birçok dokusunda rastlandığı ve temel sentez nedenlerinin, olasılıkla kendilerini mikroorganizmalara karşı korumak olduğu bildirilmiştir. Bunların en yaygın formu olan antimikrobial peptitler (AMPs) doğal antibiyotik olarak da bilinmekte olup, birçok böcekte bu moleküllerin antibakteriyel, antimikotik, antiparazitik ve antivirütik etkinliği saptanmıştır (Ratcliffe ve ark., 2014; Józefiak ve ark., 2016). Kara asker sineğinde de özel bir antimikrobial peptit (defensin benzeri peptit 4) tespit edilmiştir. Söz konusu molekülün metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA), *S. aureus*

40881, *S. aureus* 12256, *S. epidermidis* ve *Bacillus subtilis* gibi Gram (+) bakterilere karşı etkili olduğu bildirilmiştir (Park ve ark., 2005). Kara asker sineğinin bilinenden çok daha fazla antimikrobial moleküle sahip olabileceği (Park ve ark., 2014), yemlere katıldığı taktirde beslenen hayvanların vücudundaki bakteriyel kompozisyonu olumlu yönde etkileyebileceği ve durumun, aynı amaç için yeme katılan kimi antibiyotikler kadar etkili olabileceği ifade edilmiştir (Józefiak ve ark., 2016). Kara asker sineği prepupa ürünleriyle beslenen kanatlıların genelde daha sağlıklı olduğu ve bu durumdan da olasılıkla adı geçen biyoaktif moleküllerin sorumlu olduğu ileri sürülmüştür (Cullere ve ark., 2016).

Kara asker sineği prepupalarının yüksek düzeyde laurik asit (12 karbonlu, orta uzunlukta zincirli yağ asiti) içerdiği ve larva, ilgili yağ bakımından fakir gıdalar tüketse bile vücudundaki laurik asit düzeyinin yine de yüksek kaldığı ifade edilmiştir (Spranghers ve ark., 2016).

Söz konusu yağ asitinin, doğal bir antimikrobiyal olduğu, hücre membranını yıkımlayarak birçok gıda kaynaklı patojeni inhibe edebildiği bilinmektedir (Kim ve Rhee, 2016). Molekülün, *Clostridium perfringens* gibi patojenlere karşı, diğer orta zincirli yağ asitlerine kıyasla yüksek derecede etkili olduğu, ancak, yararlı Laktobasillere karşı pek bir olumsuz etki göstermediği ve bu durumun, kanatlı bağırsağında yer alan, Gram (+) bakterilerin ağırlıkta olduğu flora dengesini olumlu yönde etkileyebileceği bildirilmiştir. Yine, çalışmalar, kara asker sineği prepupasının, mayalanmış gıdalarla beslendikleri takdirde, bazı mantar ve bakteriler tarafından sentezlenen dallanmış zincire sahip yağ asitlerini de belli derecede içerebildiğini göstermiştir (Spranghers ve ark., 2016).

Kitin, selülozdan sonra doğada en yaygın olarak bulunan, yapı olarak selüloza benzeyen ve bu molekülün hayvanlardaki formu olarak tanımlanan bir polimerdir. Artropodların dış iskeletinde ve diğer bazı canlıların değişik yapılarında bulunmaktadır. Esasen,  $\beta$ -1,4-N-asetilglikozamin monomerlerinin peş peşe diziliminden oluşmaktadır ve  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  olmak üzere üç formu bulunmaktadır (Kramer ve ark., 1995; Miranda-Castro ve Paulín, 2012). Kara asker sineği larvalarındaki kitin düzeyinin hamam böceği, un kurdu, karasinek gibi diğer böceklerle kıyasla ortalama iki kat daha fazla olduğu ve kuru ağırlığında % 5.4-8.7 kitin içerdiği bildirilmiştir (Diener ve ark., 2009; Finke, 2013; Veldkamp ve Bosch, 2015). Yapılan incelemeler, kara asker sineği larvalarındaki kitinin % 35 oranında alfa kristalin formda olduğu ve bu düzeyin, günümüze kadar incelenmiş bütün böcek kitinleri arasındaki en düşük kristalin indeksi olduğu kaydedilmiştir (Wasko ve ark., 2016).

Çizelge 1. Kara asker sineği prepupasına ait besin içeriği değerleri

Parametre	Değer	Kaynaklar
Büyüklüğü (mm)	12-27	Tomberlin ve ark., 2009; Diener ve ark., 2011,2
Ağırlığı (mg)	82-220	
Kuru madde (%)	43 (35-48)	Caruso ve ark., 2014; Makkar ve ark., 2014; De Marco ve ark., 2015; Veldkamp ve Bosh, 2015; Sheppard ve ark., 1994; Sheppard ve ark., 2002
Ham protein (% KM)	42 (35-48)	
Kitin (%KM)	4.5-8.7	Diener ve ark. 2009; Veldkamp ve ark.2012; Kroeckel et al 2012; Finke, 2013
Yağ (% KM)	33 (15-49)	Arango Gutierrez ve ark., 2004; Barry, 2004; Newton ve ark., 2005
Enerji (MJ kg <sup>-1</sup> KM)	21.8-22.1	De Marco ve ark., 2015; Schiavone ve ark. 2017; Van Broekhoven ve ark., 2015; Józefiak ve ark., 2016
Lif (% KM)	7.0	Diener ve ark., 2011; Makkar ve ark., 2014; De Marco ve ark., 2015; Spranghers ve ark., 2016
Ham kül (% KM)	20 (11-28)	
Mineraller	g/kg KM	Makkar ve ark., 2014; De Marco ve ark., 2015; Józefiak ve ark., 2016; Sealey ve ark., 2011
Ca	19.2-86	
P	4.4-15	
K	6-7	
Mg	2.6-3.9	
Cl	1.6-2.4	
Na	0.6-1.8	
Fe	0.11-1.4	
S	0.2-0.3	
Mn	0.12-0.38	
Zn	0.07-0.11	
Cu	0.01	
Se	0.0006	
I	0.0005	
Vitaminler		Makkar ve ark., 2014; De Marco ve ark., 2015; Józefiak ve ark., 2016; Sealey ve ark., 2011
A (µg retinol/kg CA)	<300	
D2 (IU/kg CA)	<80	
D3 (IU/kg CA)	100	
E (mg α-tocopherol/kg CA)	6.2	
C (mg/kg CA)	<10	
Tiamin (mg/kg CA)	7.7	
Riboflavin (mg/kg CA)	16.2	
Pantotenik asit (mg/kg CA)	38.5	
Niasin (mg/kg CA)	71.0	
Pridoksin (mg/kg CA)	6.0	
Folik asit (mg/kg CA)	2.7	
Biotin (mg/kg CA)	0.4	
B12 (µg/kg CA)	55,8	
Kolin (mg/kg CA)	1100	
Karnitin (mg/kg CA)	83,8	
Ham proteinde (HP) amino asitoranı (%)	45.8-50.4	De Marco ve ark., 2015; Veldkamp ve Bosh, 2015; Veldkamp ve ark., 2012; Spranghers ve ark., 2016

KM: Kuru madde, CA: Canlı ağırlık



Çizelge 1. Kara asker sineği prepupasına ait besin içeriği değerleri (devam)

Parametre	Değer		Kaynaklar
	g/kg KM	Yağdaki oranı (%)	
Yağ asitleri			
Kaprik asit 10:0	0.69	1.4-2.0	Tomberlin ve ark., 2009; Spranghers ve ark., 2016; Olivier, 2010; Sealey ve ark., 2011; St-Hilaire ve ark., 2007
Laurik asit 12:0	51.2	21-60.8	
Myristik asit 14:0	12.0	5.1-9.4	
Myritoleik asit 14:1	0.5	<1	
Palmitik asit 16:0	16.1	8.7-19.8	
Palmitoleik asit 16:1	4.9	2.9-7.6	
Stearik asit 18:0	2.6	1.0-6.5	
Oleik asit 18:1	15.6	6.3-32	
Linoleik asit 18:3	16.9	0.0-1.4	
Araşidik asit 20:0	0.16	0.0-3.5	
Amino asitler (aa)	g kg <sup>-1</sup> KM	HP'deki % oranı	
Alanin	24.2-27.8	7.7	
Arjinin	17.8-23.3	4.8-6.1	
Aspartat	34.9-41.4	11.0	
Sistein	2.1-2.5	0.1-0.7	
Metiyonin	7.1-7.9	1.4-2.1	
Lizin	20.5-23.4	6-8	
Izolözin	17.2-19.1	4.0-5.1	
Lözin	26.6-30.6	6.6-7.9	
Fenilalanin	16.3-18.3	3.8-5.2	
Treonin	15.4-16.4	3.6-4.1	
Triptofan	5.4-6.7	0.5-1.1	
Glutamat	41.3-45.8	10.9	
Histidin	7.6-13.8	2.6-3.0	
Prolin	22.4-25.1	6.6	
Serin	13.7-16.4	3.1	
Tirozin	22.2-24.2	6.0-7.1	
Valin	24.1-30.6	5.6-8.2	
Glisin	17.2-44.30		

KM: Kuru madde, CA: Canlı ağırlık

Kitin ve kitozan gibi kitin derivatlarının insektisidal, antimikrobial (Nelson ve ark., 1994; Chen ve ark., 2002; Miranda-Castro ve Paulín, 2012; Veldkamp ve ark., 2012), yaralarda ağrıyı azaltıcı ve iyileşmeyi uyarıcı (Burkatovskaya ve ark., 2008), spesifik ve nonspesifik bağışıklık uyarıcı (Sawayanagi ve ark., 1982; Tanaka ve ark., 1997; Lee ve ark., 2008; Harikrishnan ve ark., 2012; Bovera ve ark., 2015), immunomodülatör, antitümoral, kolesterol düşürücü, obezite önleyici (Miranda-Castro ve Paulín, 2012) gibi biyoetkinlikleri birçok canlı grubunda gösterilmiştir. Özellikle, düşük kristalin indeksine sahip kitinin güçlü ağır metal bağlayıcı-atılımını sağlayıcı özellik

taşıdığı da bilinmektedir (Aranaz ve ark., 2009). Kitinin özellikle sekum florasını etkili şekilde aktive ettiği, durumun ortamda yüksek butirik asit üretimi ile sonuçlandığı (Khempaka ve ark., 2011), bu molekülün bağırsak hücreleri için önemli bir enerji kaynağı olduğu ve dolayısıyla bağırsak mukozası kan akışını, bağlı olarak da doku oksijenasyonunu ve emilimi arttırdığı öne sürülmüştür (Mahdavi ve Toriki, 2009). Kozmetikte, farmakolojide, tekstilde, kağıt sanayinde, metal nanokompozit eldesinde, atık işleme endüstrisinde ve diğer bir çok alanda kullanılabilen kitinin (Aranaz ve ark., 2009), günümüzdeki en büyük kaynağı yengeçler ve karideslerdir. Bu noktada, kara

asker sineğinin önemli bir alternatif kaynak olabileceği, uygun yöntemlerle prepupanın kitininin ve besin maddelerinin birbirinden ayrılabilmesi ifade edilmiştir (Veldkamp ve Bosch, 2015).

Kitin ve derivatları, omurgalı hayvanlarda lizozim enzimleri ve kalın bağırsak mikroorganizmalarınca değişen derecelerde sindirilebilmektedir (Miranda-Castro ve Paulín, 2012). Tavukların kursak ve karaciğer hücrelerinde kitinaz bulunmaktadır (Suzuki ve ark., 2002), ancak, kitin sindiriminin genelde sınırlı olduğu (Hossain ve Blair, 2007), bağırsak florasının, kitinin yararlı alt ürünlere dönüştürülmesinde asıl büyük rolü üstlendiği kaydedilmiştir. Yemde bulunan kitinin, tavuklarda antimikrobial, immunomodulatif, antioksidan, hipokolesterolemik etki gösterebileceği öngörülmüştür (Świątkiewicz ve ark., 2015). Öte yandan, kitinaz aktivitesi olmayan balık türleri başta olmak üzere (Kroeckel ve ark., 2012), kanatlılarda ve bazı diğer hayvanlarda yüksek kitin tüketiminin protein sindirimini ve yemden yararlanmayı olumsuz etkileyebileceği de bildirilmektedir (Razdan ve Pettersson 1994; Longvah ve ark., 2011; Kroeckel ve ark., 2012). Söz konusu olumsuz etki yemdeki kitin miktarıyla doğrudan ilişkili olup, tavuklarda yemdeki 30 g kg<sup>-1</sup> kitozanın (kitin derivatı) belirgin canlı ağırlık artışında kayba yol açtığı görülmüştür (Razdan ve ark., 1997). Yine, 3.6 g kg<sup>-1</sup> kitozan içeren yemin yumurta verimini azalttığı, ancak 1.4 g kg<sup>-1</sup> kitozan içeriğinin bu noktada herhangi bir olumsuz etkisinin görülmediği ifade edilmiştir (Hirano ve ark., 1990). Düşük düzeylerdeki kitozanın broylerlerde de belli bir olumsuz etkisi izlenmemiş olup, düşük vizkoziteli kitozanın diyetteki yağın dışkiyle atılımını arttırabileceği, ancak yemden yararlanmada ve canlı ağırlık (CA) artışında herhangi bir olumsuzluk yaratmadığı anlaşılmıştır (Kobayashi ve ark., 2002). Yine, broylerlerde yapılan bir çalışmada, yemdeki %3 kitozanın CA artışını sadece %2 azalttığı sonucuna varılmıştır. Ancak, aynı araştırmacılar, *Salmonella gallinarum* ile enfekte piliçlerde CA artışının %12.5 azalırken, enfekte ancak tedavi uygulananlarda %2.5, enfekte olduğu halde tedavi edilmeyip yemine kitozan katılanlarda ise yine %2.5 CA azalışı kaydetmişlerdir (Balicka-Ramisiz ve ark., 2007).

### Larvaların Hayvan Beslemede Kullanımı

Beslenme alanını terk edip belli bir alanda toplanan prepupalar, çeşitli hayvan türlerini beslemek amacıyla (Finke, 2013) canlı, kurutulmuş veya un haline getirilmiş olarak kullanılabilir. Ayrıca; yağı ve kitini değişik amaçlar için ayrılabilir. Kurutulmuş veya dondurulmuş prepupalar bu formda uzun süre muhafaza edilebilirken, istenildiğinde soya, mısır, balık ununa benzer şekillerde hazırlanıp yemlere katılabilir. Kuru madde içerikleri yüksek (%35-45), nem içerikleri düşük olduğundan, basit bazı süreçlerden geçirilerek kolaylıkla

kurutulabilmektedir. Kurutma işlemi; fırınlarda 60 °C'de, nem içeriğine göre 24-34 saatte gerçekleştirilebileceği gibi, güneş ışığı altında bırakarak da yapılabilir. Son süreç, >20.000 Lux şiddetindeki güneş ışığı altında, 38 ± 4°C hava sıcaklığında, çevresel nemin %47 ± 6 olduğu ortamda 17 saatte gerçekleştirilebilir. Ayrıca, ahşap bir sandığa yerleştirilen prepupaların, basit elektrikli ısıtıcılar kullanılarak da kurutulabileceği kaydedilmiştir. Kurutulmuş prepupalar ağırlıklarının ortalama %65'ini kaybetmektedirler (Veldkamp ve ark., 2012; Caruso ve ark., 2014; Makkar ve ark., 2014; De Marco ve ark., 2015). Prepupalardan yağ eldesi amacıyla; 250 bar basınç, 50 °C, 30 dk (Tschirner ve Simon, 2015) veya 450 bar basınç, 60 °C, 30 dk (Kroeckel ve ark., 2012) işlem uygulaması yeterli olmaktadır. Prepupadan yağ alma işleminin, içeriğindeki diğer besin maddelerini pek etkilemediği, kalan kısmın kurutulup yem katkısı olarak kullanılabilirliği de bildirilmiştir (Maurer ve ark., 2016). Prepupalar, yıkama işlemine oldukça dayanıklıdır. Sonraki süreçlere geçmeden önce yıkayıp kurutulmaları mümkündür. Ayrıca, larvalar beslenmeyi tamamladığında sindirim sistemi içeriklerini boşaltmakta ve daha sonra prepupa aşamasına geçiş yapmaktadır. Dolayısıyla, prepupaların beslendiği materyal ile ilişkili hastalıklara kaynaklık etme olasılığının pek olmadığı bildirilmiştir (Veldkamp ve ark., 2012; Caruso ve ark., 2014; Makkar ve ark., 2014; De Marco ve ark., 2015).

Böcekler, tavuklarda dahil bir çok kanatlının doğal beslenmesinin bir parçasıdır. Böceklerle yapılan besleme denemelerinden, doğal adaptasyonun da bir sonucu olarak (Bovera ve ark., 2015), oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, unkurdu (Ramos-Elorduy ve ark., 2002) ve karasinek pupalarından hazırlanan unların (Tégua ve ark., 2002; Awoniyi ve ark., 2003; Agunbiade ve ark., 2007; Pretorius, 2011) yumurta tavuğu ve broyler yemlerine kuru maddenin % 10-25'ine kadar başarıyla katılabileceği bildirilmiştir. Hatta, pupa ununun soya, balık unu gibi diğer katkılarla değiştirilebileceği, değerlendirilebilir enerji içeriği açısından da kanatlı türüne göre 14.2-17.9 MJ kg<sup>-1</sup> KM gibi önemli bir seviyeye sahip olduğu bildirilmiştir (Hwangbo ve ark., 2009; Józefiak ve ark., 2016). Yapılan bir çalışmada; üç grup broyler civciv yetiştirme dönemi boyunca sırasıyla soya yağı içeren rutin diyet, soya yağının yarı yarıya ve tümünden kara asker sineği larvası yağı ile değiştirildiği diyetlerle beslenmişlerdir. Sonuç olarak; hayvanlardaki besi performansı, yem tüketim tercihi, mezbahe işlemleri, kan değerleri, göğüs eti protein, total yağ içeriği ve rengi konusunda herhangi bir fark görülmemiştir. Öte yandan, kara asker sineğinin PUFA (birden çok çift bağ içeren yağ asitleri) yönünden fakir olduğu, ilgili nedenden dolayı, bu kaynaktan beslenen broylerin karkaslarında doymuş yağ oranının arttığı, PUFA

oranının düştüğü, MUFA (tek çift bağ içeren yağ asitleri) oranının ise değişmediği gözlemlenmiştir (Schiaivone ve ark., 2017).

Böcek unları, genel olarak birçok besin maddesi yönünden zengin olmasından dolayı kanatlı ve balık başta olmak üzere birçok hayvan türü için ideal bir besin kaynağı konumundadır. Bu noktada, özellikle yemlere katılan bitkisel ve hayvansal proteinlerle kompanze edilme potansiyeli özel önem taşımaktadır. Çalışmalarda, böcek proteinlerinin metiyonin amino asiti veya metiyonin + sistin amino asiti ikilisi yönünden zengin olduğu görülmüş ve bu amino asitlerin büyümekte olan tavuk ve domuz yavruları için büyük önem taşıdığı ifade edilmiştir (Veldkamp ve Bosch, 2015). Ayrıca, bitkisel proteinlerdeki metiyonin ve diğer kükürt içeren esansiyel amino asit içeriğinin, genel olarak gelişmekte olan broylerler için yetersiz kalabildiği ve durumun balık unu gibi hayvansal proteinlerin eklenmesiyle kompanze edilmesi gerektiği bilinmektedir. Bu noktada, böcek proteinleri önemli bir hayvansal protein alternatifi olarak değerlendirilmektedir (Józefiak ve ark., 2016).

Yumurta tavuklarında yapılan bir denemede, sadece % 36 soya unu, sadece % 24 kara asker sineği prepupa unu ve % 12 prepupa ile % 15.6 soya unu içeren üç yem kullanılmış ve denemeler arasında tavukların sağlığı, yumurta verimi, yumurta kabuk kalitesi ve albumin içeriğinde önemli bir fark görülmemiştir (Maurer ve ark., 2016). Broilerlerde, ilk günden yetiştirme periyodunun sonuna kadar, yemdeki soyanın tümünden prepupayla değiştirilmesi durumunda, prepupa alanların sadece % 4 daha düşük bir canlı ağırlığa sahip oldukları, ancak, yem tüketimlerinin de % 7 daha az olduğu görülmüştür. Bu durum, prepupanın yüksek değerlendirilebilme özelliği ile ilişkilendirilmiştir (Makkar ve ark., 2014). Prepupa ununun broylerlerdeki sindirim düzeyini belirlemek üzere, yemlere 250 g kg<sup>-1</sup> düzeyinde katılmış ve sonuçta sindirim düzeyinin çok yüksek olduğu (sindirim kanalı total sindirim düzeyi / CTTAD: 0.99) görülmüştür (De Marco ve ark., 2015). Yine, civcivlerde yeme katılan balık ununun prepupa unuyla yer değiştirilmesinin broyler gelişiminde herhangi bir olumsuzluğa yol açmadığı bildirilmiştir (Elwert ve ark., 2010). Bildiricilerde yapılan soya-prepupa unu karşılaştırmalı denemelerinden de broylerlerde yapılanlara benzer sonuçlar elde edilmiştir (Cullere ve ark., 2016).

Prepupa unu ile ilgili ruminantlarda yapılmış belli bir çalışma bulunmamaktadır. Gelişmekte olan domuz yavruları için ideal bir kaynak olarak tanımlanmıştır. Balıklardaki kullanımı, ruminantlara ve domuzlara göre daha yaygın araştırılan bir alandır. Çalışmalar, balık yeminde kullanılan balık unu ve diğer bazı kaynakların kısmen veya yüksek oranda prepupa ile yer değiştirilmesinin oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu noktada, bazı türlerde, özellikle de

yavru balıklarda prepupanın yüksek kitin içeriğinin bazı sorunlar yaratabileceği de öne sürülmüştür. Ancak, konu ile ilgili çalışma sonuçları birbiriyle çelişkilidir. Olası olumsuzlukları gidermek adına, ya yeme katılan prepupa seviyesinin düşürülebileceği veya bazı işlemlerle prepupa kitininin ayrıştırılabileceği de ifade edilmiştir (Newton ve ark., 2005; Kroeckel ve ark., 2012; Makkar ve ark., 2014).

### **Kara Asker Sineği Kaynaklı Organik Gübre Üretimi**

Oldukça güçlü ağız organellerine ve sindirim enzimlerine sahip olan kara asker sineği larvaları, sindirim sistemlerinde güçlü simbiyotik mikroorganizmalara da sahiptirler. İlgili nedenlerden dolayı, farklı tipte organik maddelerin tüketilebilmesi konusunda bilinen diğer bütün sinek larvalarından daha başarılıdır ve sadece yüksek miktarda selüloz, kitin ve kalsiyum içeren kemik, saman gibi kompleks maddeleri tüketemezler (Olivier, 2010). Gayet hızlı bir şekilde beslenebilen larvalar, birkaç haftalık süre dahilinde beslendiği materyali önemli derecelerde azaltabilmektedir. Söz konusu azaltma performansı besin tipine, miktarına, larva yoğunluğuna, sıcaklığa ve diğer bazı çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Myers ve ark., 2008; Diener ve ark., 2011; Banks ve ark., 2013). Yapılan çalışmalarda, kara asker sineği larvalarının ideal koşullarda birkaç hafta süren aktif beslenme periyodunda yemek artıklarını % 95 (Olivier, 2010), tavuk, domuz, inek dışkısını % 50-60 (Sheppard, 1983; Newton ve ark., 2005; Myers ve ark., 2008), bitkisel atıkları % 66.5 (Žáková ve Borkovcová, 2013), kentsel-evsel atıkları, karışık organik materyali % 65-72 (Diener ve ark., 2011), kanatlı yemini % 42-70 (Diener ve ark., 2009; Gobbi ve ark., 2013) oranında azalttığı görülmüştür. Ayrıca, larvalarca kullanılmış materyalde zaman içerisinde üreyen mantar ve aktinomisetler, birkaç aylık süreçte mevcut materyali % 50 daha düşürebilmektedir (Oliver, 2010). Yine, beslendiği materyalde bulunan, kullanılan gübrelerden vs. kaynaklanan kimi minerallerin doğaya saçılmasını da radikal şekilde engellemektedir (Erickson ve ark., 2004; Yu ve ark., 2011). Örneğin, çeşitli hayvan dışkılarında yapılan denemelerde dışkıyla doğaya saçılan azot yükünü % 25-50, fosfor yükünü ise % 61-70 oranında azalttıkları tespit edilmiştir (Sheppard ve ark., 1998; Newton ve ark., 2005; Myers ve ark., 2008; Newton ve ark., 2008; Makkar ve ark., 2014). Domuz dışkısı ile yapılan bazı çalışmalarda, larvaların dışkı ile doğaya saçılan toplam azotu % 71, fosforu % 52, potasyumu % 52 ve diğer bazı elementleri (Al, B, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, S, Zn) % 38-93 düzeyinde azalttığı görülmüştür (Erickson ve ark., 2004; Liu ve ark., 2008).

Larvalar taze materyali oldukça hızlı ve etkili şekilde aza indirgediğinden ve işlediğinden genel mantar ve bakteri üremesini baskılamakta ve dolayısıyla da

rahatsız edici koku salınımını engellemektedirler (Newton ve ark., 2005; Diener ve ark., 2011). Ayrıca, dışkıdaki veya diğer materyallerdeki mikroflorayı maniple ettiklerinden, olası birçok hastalık etkeninin de elemine edilmesini sağlamaktadırlar. Örneğin, çeşitli hayvan dışkısı üzerinde yapılan denemeler, larvaların materyaldeki *Salmonella* spp. (*S. senftenberg*, *S. typhimurium*, *S. dublin*, *S. enterica*) ve *Escherichia coli* suşlarını radikal bir şekilde azalttığını göstermiştir. Bu etkinin, ortam koşullarını patojen mikroorganizmalar aleyhinde değiştirmesinden ve bu bakterileri tüketip sindirmesinden kaynaklandığı da bildirilmiştir (Winfield ve Groisman, 2003; Erickson ve ark., 2004; Gabler, 2014; Liu ve ark., 2008; Lalander ve ark., 2013). Larvaların, prepupa dönemine geçişte sindirim sistemlerini boşalttıkları ve dolayısıyla da, yem olarak kullanılabilir ileri dönemlere hastalık etkenlerini taşıma risklerinin hemen hemen hiç olmadığı da vurgulanmıştır (Sheppard ve ark., 1994; Lalander ve ark., 2013). Ayrıca, ergin sineklerin beslenmiyor olması, canlı hayvanlarla veya insanlarla yakın temastan kaçınması, iç mekanlara girmemesi gibi özellikler, bu türün hastalık nakli konusunda tamamen güvenli olmasını sağlamaktadır (Newton ve ark., 2005; van Huis ve ark., 2013). Yine, üredikleri ortamda, karasinek (*Musca domestica*) üremesini % 94-100 baskılayabildiği de bildirilmiştir (Sheppard, 1983). Bütün bu özelliklerinden dolayı, kara asker sineği organik materyallerden kaynaklanan doğa kirlenmesinin kalitatif ve kantitatif önleyicisi konumundadır (Oliver, 2010; Diener ve ark., 2011; van Huis ve ark., 2013). Öyle ki, tür için “doğanın kendi antibiyotiği” ifadesi bile kullanılmıştır (Newton ve ark., 2008).

Kara asker sineği larvalarının güçlü sindirim sürecinden geçen organik materyalin etkili ve güvenilir bir doğal gübre alternatifi olduğu da ifade edilmiştir (Diclora ve Koufman, 2009; Caruso ve ark., 2014; Gabler, 2014). Larvaların beslenme ürünlerinin ağır metal içeriğinin düşük, kimyasal kompozisyonunun ise ticari gübrelere benzer olduğu bildirilmiştir. Çin lahanası üzerinde yapılan çalışmalar büyümeye, verime ve ürün kalitesine olan etkisinin kimyasal gübrelere hemen hemen denk olduğunu göstermiştir (Choi ve ark., 2009).

## SONUÇ

Kara asker sineği; hastalıklar açısından güvenilir, üretiminin, larvaların elde edilmesinin, işlenmesinin ve muhafazasının kolay, besin içeriğinin yüksek, kanatlı ve diğer birçok hayvan gurubundaki değerlendirilebilirliğinin iyi olmasından dolayı hayvan besleme açısından, özellikle de protein açığının giderilmesi noktasında, en umut verici alternatiflerden biri konumundadır. Beslemedeki doğrudan önemi yanında, içerdiği bazı özel aktif

moleküllerin hayvanlarda en azından bazı hastalıklara karşı direnci arttırması, larva üretiminin bir yan çıktısı olan organik gübre üretiminin de süreçte doğal olarak gerçekleştirilebilmesi gibi özellikler, bu sinek türüne önem kazandıran diğer faktörlerdendir. Türkiye iklim koşullarının çoğunlukla uygun olması, birçok dünya ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de, kara asker sineği üretiminin takip eden yıllarda yaygın olarak gerçekleştirileceği ön görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Agunbiade JA, Adeyemi OA, Ashiru OM, Awojobi HA, Taiwo AA, Oke DB, Adekunmisi AA 2007. Replacement of Fish Meal with Maggot Meal in Cassava Based Layers' Diets. J Poult Sci, 44:278-282.
- Allotey J, Mpuchane S 2003. Utilization of Useful Insects as a Food Source. AJFAD, 3:1-8.
- Alvarez L 2012. The Role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Waste Management in Northern Climates. Electronic Theses and Dissertations. p.402.
- Amatya P 2009. Economics of Black Soldier Fly in Dairy Waste Management. Master of Science (Agricultural Economics), Tarleton State University, 70 pp.
- Andrew N, Khusro M, Andrew N, Nicholas A 2010. Insects as Poultry Food: a Scoping Study. Australian Poultry CRC Pty Ltd, NSW Australia.
- Aranaz I, Mengibar M, Harris R, Panos I, Miralles B, Acosta N, Galed G, Heras A 2009. Functional Characterization of Chitin and Chitosan. Curr Chem Biol, 3:203-230.
- Arango Gutierrez GP, Vergara Ruiz RA, Mejia Velez H 2004. Compositional, Microbiological and Protein Digestibility Analysis of Larval Meal of *Hermetia illucens* (Diptera:Stratiomyidae) at Angelopolis-Antioquia, Colombia. Facult Nacl Agron Med, 57:2491-2499.
- Awoniyi TAM, Aletor VA, Aina JM 2003. Performance of Broiler-Chickens Fed on Maggot Meal in Place of Fish Meal. Int J Poult Sci, 2:271-274.
- Balicka-Ramis A, Wojtasz-Pajak A, Pilarczyk B, Ramisz A 2007. The Effect of Chitosan on Body Weight and Protection Against *Salmonella gallinarum* Infection in Broiler Chickens. Arch Tierz Dummerstorf, 50(3):288-293.
- Banks IJ, Gibson WT, Cameron MM 2013. Growth Rates of Black Soldier Fly Larvae Fed on Fresh Human Faeces and Their Implication for Improving Sanitation. Trop Med Int Health, 19(1):14-22.
- Barry T 2004. Evaluation of the Economic, Social, and Biological Feasibility of Bioconverting Food Wastes



- with the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). PhD Dissertation, University of Texas, 176 pp.
- Bovera F, Loponte R, Marono S, Piccolo G, Parisi G, Iaconisi V, Gaco L, Nizza A 2015. Use of *Tenebrio molitor* Larvae Meal as Protein Source in Broiler Diet: Effect on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Carcass and Meat Traits. *J Anim Sci*, 94:639–647.
- Burkatovskaya M, Castano AP, Demidova-Rice TN, Tegos GP, Hamblin MR 2008. Effect of Chitosan Acetate Bandage on Wound Healing in Infected and Noninfected Wounds in Mice. *Wound Repair Regen*, 16(3):425-431.
- Canli O, Tasar GE, Taskin M 2012. Inulinase production by *Geotrichum candidum* OC-7 using migratory locusts as a new substrate and optimization process with Taguchi DOE. *Toxicology and Industrial Health*, 29(8): 704-710.
- Caruso D, Devic E, Subamia IW, Talamond P, Baras E 2014. Technical Handbook of Domestication and Production of Diptera Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens*, Stratiomyidae. PT Penerbit IPB Press, Kampus IPB Taman Kencana Bogor, IRD-DIVA-ISEM publication, No 2014-038. pp.141.
- Charlton AJ, Dickinson M, Wakefield ME, Fitches E, Kenis M, Han R, Zhu F, Kone N, Grant M, Devic E, Bruggeman G, Prior R, Smith R 2015. Exploring the Chemical Safety of Fly Larvae as a Source of Protein for Animal Feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(1):7-16.
- Chen HC, Chang CC, Mau WJ, Yen LS 2002. Evaluation of *N*-acetylchitooligosaccharides as the Main Carbon Sources for the Growth of Intestinal Bacteria. *FEMS Microbiol Lett*, 209:53-56.
- Choi Y, Choi J, Kim J, Kim M, Kim W, Park K, Bae S, Jeong G 2009. Potential Usage of Food Waste as a Natural Fertilizer After Digestion by *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Int J Indust Entomol*, 19(1):171-174.
- Cullere M, Tasoniero G, Giaccone V, Miotti-Scapin R, Claeys E, De Smet S, Dalle Zotte A 2016. Black Soldier Fly as Dietary Protein Source for Broiler Quails: Apparent Digestibility, Excreta Microbial Load, Feed Choice, Performance, Carcass and Meat Traits. *Animal*, 10(12):1-8.
- De Marco M, Martínez S, Hernandez F, Madrid J, Gai F, Rotolo L, Belforti M, Bergero D, Katz H, Dabbou S, Kovitvadhi A, Zoccarato I, Gasco L, Schiavone A 2015. Nutritional Value of Two Insect Larval Meals (*Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens*) for Broiler Chickens: Apparent Nutrient Digestibility, Apparent Ileal Amino Acid Digestibility and Apparent Metabolizable Energy. *Anim Feed Sci Technol*, 209:211-218.
- Diclaro JW, Kaufman PE 2009. Black Soldier Fly *Hermetia illucens* Linnaeus (Insecta: Diptera: Stratiomyidae). EENY 461. UF/IFAS Extension, University of Florida.
- Diener S, Solano NMS, Gutierrez FR, Zurbrugg C, Tockner K 2011. Biological Treatment of Municipal Organic Waste Using Black Soldier Fly Larvae. *Waste Biomass Valorization*, 2:357-363.
- Diener S, Zurbrugg C, Tockner K 2009. Conversion of Organic Material by Black Soldier Fly Larvae: Establishing Optimal Feeding Rates. *WMR*, 27:603-610.
- Elwert C, Knips I, Katz P 2010. A Novel Protein Source: Maggot Meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) in Broiler Feed. In: M. Gierus, H. Kluth, M. Bulang und H. Kluge (Hrsg): 11. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 23-25. November 2010 Lutherstadt Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg, ISBN: 978-3-86829-250-3
- Erickson MC, Islam M, Sheppard C, Liao J, Doyle MP 2004. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in Chicken Manure by Larvae of the Black Soldier Fly. *J Food Protection*, 67:685-690.
- Fatchurochim S, Geden CJ, Axtell RC 1989. Filth Fly (Diptera) Oviposition and Larval Development in Poultry Manure of Various Moisture Levels. *J Entomol Sci*, 24(2):224-231.
- Finke MD 2013. Complete Nutrient Content of Four Species of Feeder Insects. *Zoo Bio*, 32:27-36.
- Gabler F 2014. Using Black Soldier Fly for Waste Recycling and Effective *Salmonella* spp. Reduction. Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Project Thesis.
- Gobbi P, Martinez-Sanchez A, Rojo S 2013. The effects of Larval Diet on Adult Life-History Traits of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera Stratiomyidae). *Eur J Entomol*, 110(3):461-468.
- Harikrishnan R, Kim JS, Balasundaram C, Heo MS 2012. Dietary Supplementation with Chitin and Chitosan on Haematology and Innate Immune Response in *Epinephelus bruneus* against *Philasterides dicentrarchi*. *Exp Paras*, 131:116-124.
- Hirano S, Itakur CH, Seino H, Akiyama Y, Nonaka I, Kanbara N, Kawakami T 1990. Chitosan as an Ingredient for Domestic Animal Feeds. *J Agric Food Chem*, 38:1214-1217.
- Holmes L 2010. Role of Abiotic Factors on the Development and Life History of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). Masters Thesis, University of Windsor, ON, Canada. Electronic Theses and Dissertations, pp 285.

- Holmes LA, Vanlaerhoven SL, Tomberlin JK 2012. Relative Humidity Effects on the Life History of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environ Entomol*, 41(4):971-978.
- Holmes LA, Vanlaerhoven SL, Tomberlin JK 2013. Substrate Effects on Pupation and Adult Emergence of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Environ Entomol*, 42(2):370-374.
- Hossain SM, Blair R 2007. Chitin Utilisation by Broilers and its Effect on Body Composition and Blood Metabolites. *Brit Poultry Sci*, 48:33-38.
- Hwangbo J, Hong EC, Jang A, Kang HK, Oh JS, Kim BW, Park BS 2009. Utilization of House Fly-Maggots, a Feed Supplement in the Production of Broiler Chickens. *J Env Biol*, 30:609-614.
- Jeon H, Park S, Choi J, Jeong G, Lee SB, Choi Y, Lee SJ 2011. The Intestinal Bacterial Community in the Food Waste-Reducing Larvae of *Hermetia illucens*. *Current Microbiol*, 62:1390-1399.
- Józefiak D, Józefiak A, Kierończyk B, Rawski M, Świątkiewicz S, Długosz J, Engberg RM 2016. Insects – a Natural Nutrient Source for Poultry – a Review. *Ann Anim Sci*, 16(2):297-313.
- Khempaka S, Chitsatchapong C, Molee W 2011. Effect of Chitin and Protein Constituents in Shrimp Head Meal on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Intestinal Microbial Populations, Volatile Fatty Acids, and Ammonia Production in Broilers. *J Appl Poul Res*, 20:1-11.
- Kim JG, Choi YC, Choi JY, Kim WT, Jeong GS, Park KH, Hwang SJ 2008. Ecology of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratmyidae) in Korea. *Korea J Appl Entomol*, 47:337-343.
- Kim W, Bae S, Park K, Lee S, Choi Y, Han S, Koh Y 2011. Biochemical Characterization of Digestive Enzymes in the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *J Asia-Pac Entomol*, 14(1):11-14.
- Kim SA, Rhee MS 2016. Highly Enhanced Bactericidal Effects of Medium Chain Fatty Acids (caprylic, capric, and lauric acid) combined with Edible Plant Essential Oils (carvacrol, eugenol, b-resorcylic acid, trans-cinnamaldehyde, thymol, and vanillin) Against *Escherichia coli* O157:H7. *Food Control*, 60:447-454.
- Kobayashi S, Terashima Y, Itoh H 2002. Effects of Dietary Chitosan on Fat Deposition and Lipase Activity in Digesta in Broiler Chickens. *Brit Poultry Sci*, 43(2):270-273.
- Kramer KJ, Hopkins TL, Schaefer J 1995. Applications of Solids NMR to the Analysis of Insect Sclerotized Structures. *Insect Biochem Mol Biol*, 25:1067-1080.
- Kroeckel S, Harjes A-GE, Roth I, Katz H, Wuertz S, Susenbeth A, Schulz C 2012. When a Turbot Catches a Fly: Evaluation of a Pre-pupae Meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Fish Meal substitute – Growth Performance and Chitin Degradation in Juvenile Turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 364–365:345-352.
- Lalander C, Diener S, Magri ME, Zurbrugg C, Lindstrom A, Vinneras B 2013. Faecal Sludge Management with the Larvae of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) - from a Hygiene Aspect. *Sci Total Environ*, 458-460:312-318.
- Lee CG, Da Silva CA, Lee JY, Hartl D, Elias JA 2008. Chitin Regulation of Immune Responses: an Old Molecule with New Roles. *Curr Opin Immunol*, 20:1-6.
- Li Q, Zheng L, Qiu N, Cai H, Tomberlin JK, YU Z 2011. Bioconversion of Dairy Manure by Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) for Biodiesel and Sugar Production. *Waste Manag*, 31:1316-1320.
- Liu Q, Tomberlin JK, Brady JA, Sanford MR, Yu Z 2008. Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Reduce *Escherichia coli* in Dairy Manure. *Environ Entomol*, 37:1525-1530.
- Longvah T, Mangthya K, Ramulu P 2011. Nutrient Composition and Protein Quality Evaluation of Eri Silkworm (*Samia ricini*) Prepupae and Pupae. *Food Chem*, 128:400-403.
- Mahdavi R, Torki M 2009. Study on Usage Period of Dietary Protected Butyric Acid on Performance, Carcass Characteristics, Serum Metabolite Levels and Humoral Immune Response of Broiler Chickens. *AJAVA*, 8(9):1702-1709.
- Makkar HPS, Tran G, Heuzé V, Ankers P 2014. State-of-the-art on Use of Insects as Animal Feed. *Anim Feed Sci Tech*, 197:1-33.
- Maurer V, Holinger M, Amsler Z, Früh B, Wohlfahrt J, Stamer A, Leiber F 2016. Replacement of Soybean Cake by *Hermetia illucens* Meal in Diets for Layers. *Journal of Insects as Food and Feed*, 2(2):83-90.
- Miranda-Castro SP, Paulín EGL 2012. Is Chitosan a New Panacea? Areas of Application. In: *The Complex World of Polysaccharides*. Chapter 1, pp.1-46. <http://dx.doi.org/10.5772/51200>
- Myers HM, Tomberlin JK, Lambert BD, Kattes D 2008. Development of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae Fed Dairy Manure. *Environ Entomol*, 37(1):11-15.
- Nelson JL, Aleksander JW, Gianotti SL, Chalk CL, Pyles T 1994. Influence of Dietary Fiber on Microbial Growth in Vitro and Bacterial Translocation after Burn Injury in Mice. *Nutrition*, 10:32-36.
- Newton GL, Booram CV, Barker RW, Hale OM 1977. Dried *Hermetia illucens* Larvae Meal as a Supplement for Swine. *J Anim Sci*, 44:395-400.
- Newton GL, Sheppard C, Watson DW, Burtle G, Dove R 2005. Using the Black Soldier Fly, *Hermetia*

- illucens*, as a Value-added Tool for the Management of Swine Manure. In: Report for Mike Williams, Director of the Animal and Poultry Waste Management Center. North Carolina State University, Raleigh, NC, 17pp. [http://www.cals.ncsu.edu/Waste\\_mgt/smithfield\\_projects/phase2report05/cd,web%20files](http://www.cals.ncsu.edu/Waste_mgt/smithfield_projects/phase2report05/cd,web%20files). Erişim tarihi: 15.04.2017.
- Newton GL, Sheppard DC, Burtle G 2008. Black Soldier Fly Prepupae: a Compelling Alternative to Fish Meal and Fish Oil. Public Comment on Alternative Feeds for Aquaculture, NOAA 15/11/2007-29/2/2008.
- Nguyen TTX, Tomberlin JK, Vanlaerhoven S 2013. Influence of Resources on *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) Larval Development. *J Med Entomol*, 50(4):898-906.
- Nguyen TTX, Tomberlin JK, Vanlaerhoven S 2015. Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste. *Environ Entomol*, 44:406-410.
- Olivier PA 2010. The bio-conversion of putrescent Wastes. ESR LLC, Washington, Louisiana. [www.biotech.kth.se](http://www.biotech.kth.se). Erişim tarihi: 15.04.2017.
- Park CH, Hahm ER, Park S, Kim HK, Yang CH 2005. The Inhibitory Mechanism of Curcumin and its Derivative against  $\beta$ -catenin/Tcf Signaling. *FEBS Letters*, 579:2965-2971.
- Park HH 2016. Black Soldier Fly Larvae Manual. <http://scholarworks.umass.edu>. Erişim tarihi: 15.04.2017.
- Park S-I, Chang BS, Yoe SM 2014. Detection of antimicrobial Substances from Larvae of the Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Entomological Research*, 44(2):58-64.
- Pretorius Q 2011. The Evaluation of Larvae of *Musca domestica* (common house Fly) as Protein Source for Broiler Production. MSc Thesis, Department of Animal Science, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa.
- Pujol-Luz JR, Francez PAC, Ururahy-Rodrigues A, Constantino R 2008. The Black Soldier-Fly, *Hermetia illucens* (Diptera, Stratiomyidae), Used to Estimate the Postmortem Interval in a Case in Amapa State, Brazil. *J Forensic Sci*, 53:476-478.
- Ramos-Elorduy J, González EA, Hernández AR, Pino JM 2002. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to Recycle Organic Wastes and as Feed for Broiler Chickens. *J Econ Ent*, 95:214-220.
- Ratcliffe N, Azambuja P, Mello CB 2014. Recent Advances in Developing Insect Natural Products as Potential Modern Day Medicines. *Evid. Based Complement. Alternat Med*, 2014:904958, pp.21.
- Razdan A, Pettersson D 1994. Effect of Chitin and Chitosan on Nutrient Digestibility and Plasma Lipid Concentrations in Broiler Chickens. *Br J Nutr*, 72:277-288.
- Razdan A, Petterson D, Petterson J 1997. Broiler Chicken Body Weights, Feed Intakes, Plasma Lipid and Small-intestinal Bile Acid Concentrations in Response to Feeding of Chitosan and Pectin. *Br J Nutr*, 78:283-291.
- Sawayanagi Y, Nambu N, Nagay T 1982. Directly Compressed Tablets Containing Chitin or Chitosan in Addition to Lactose or Potato Starch. *Chem Pharm Bull*, 30(8):2935-2940.
- Schiavone A, Cullere M, De Marco M, Meneguz M, Biasato I, Bergagna S, Dezzutto D, Gai F, Dabbou S, Gasco L, Dalle Zotte A 2017. Partial or Total Replacement of Soybean Oil by Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) Fat in Broiler Diets: Effect on Growth Performances, Feed-choice, Blood Traits, Carcass Characteristics and Meat Quality. *Ital J Anim Sci*, 16(1):93-100.
- Sealey WM, Gaylord TG, Barrows FT, Tomberlin JK, McGuire MA, Ross C, St-Hilaire S 2011. Sensory Analysis of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Fed Enriched Black Soldier Fly Prepupae, *Hermetia illucens*. *JWAS*, 42:34-45.
- Sheppard DC 1983. House Fly and Lesser Fly Control Utilizing the Black Soldier Fly in Manure Management Systems for Caged Laying Hens. *Environ Entomol*, 12:1439-1442.
- Sheppard C, Newton GL, Thompson SA, Savage S 1995. A Value Added Manure Management System Using the Black Soldier Fly. *Bioresource Technol*, 50:275-279.
- Sheppard DC, Newton GL, Thompson SA 1994. A Value Added Manure Management System Using the Black Soldier Fly. *Bioresource Technol*, 50:275-279.
- Sheppard DC, Tomberlin JK, Joyce JA, Kiser BC, Sumner SM 2002. Rearing Methods for the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). *J Med Entomol*, 39(4):695-698.
- Sheppard DC, Newton GL, Davis J, Gascho G, Thompson S, Savage S, Bramwell K 1998. Using Soldier Flies as a Manure Management Tool for Volume Reduction, House Fly Control and Feedstuff Production (AS 93-9 and LS 93-5). Southern Regional SARE Program
- Spranghers T, Ottoboni M, Klootwijk C, Ovyen A, Deboosere S, De Meulenaer B, Michiels J, Eeckhout M, De Clercq P, De Smet S 2016. Nutritional Composition of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Prepupae Reared on Different Organic Waste Substrates. *Sci Food Agric*, [www.soci.org](http://www.soci.org). Erişim tarihi: 10.03.2017.



- St-Hilaire S, McGuire MA, Tomberlin JK, Cranfill K, Mosley EE, Newton L, Sealey W, Irving S, Sheppard C 2007. Fish Offal Recycling by the Black Soldier Fly Produces a Foodstuff High in Omega-3 fatty Acids. *Journal of World Aquaculture*, 38(2):309-313.
- Surendra KC, Olivier R, Tomberlin JK, Jha R, Khanal SK 2016. Bioconversion of Organic Wastes into Biodiesel and Animal Feed via Insect Farming. *Renew Energy*, 98:197-202.
- Suzuki M, Fujimoto W, Goto M, Morimatsu M, Syuto B, Toshihiko I 2002. Cellular Expression of Gut Chitinase mRNA in the Gastrointestinal Tract of Mice and Chickens. *J Histochem Cytochem*, 50:1081-1089.
- Świątkiewicz S, Świątkiewicz M, Arczewska-Włosek A, Józefiak D 2015. Chitosan and its Oligosaccharide Derivatives (chito-oligosaccharides) as Feed Supplements in Poultry and Swine Nutrition. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 99:1-12.
- Tanaka Y, Tanioka S, Tanaka M, Tanigawa T, Kitamura Y, Minami S, Okamoto Y, Miyashita M, Nanno M 1997. Effects of Chitin and on BALB/c Mice by Parenteral Administration Chitosan Particles Oral and Parenteral Administration. *Biomaterials*, 18(8):591-595.
- Taskin M, Tasar GE, Incekara U 2012. Citric acid production from *Aspergillus niger* MT-4 using hydrolysate extract of the insect *Locusta migratoria*. *Toxicology and Industrial Health* 29(5): 426-434.
- Téguia A, Mpoam M, Okourou Mba JA 2002. The Production Performance of Broiler Birds as Affected by the Replacement of Fish Meal by Maggot Meal in the Starter and Finisher Diets. *Tropicult*, 20:187-192.
- Tomberlin JK, Adler PH, Myers HM 2009. Development of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) in Relation to Temperature. *Environ Entomol*, 38(3):930-934.
- Tomberlin JK, Sheppard DC 2001. Lekking Behavior of the Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae). *Florida Entomologist*, 84(4):729-730.
- Tomberlin JK, Sheppard DC 2002. Factors Influencing Mating and Oviposition of Black Soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) in a Colony. *J Entomol Sci*, 37:345-352.
- Tomberlin JK, Sheppard DC, Joyce JA 2002. Selected Life-history Traits of Black Soldier Flies (Diptera:Stratiomyidae) Reared on three Artificial Diets. *Ann Entomol Soc Am*, 95:379-386.
- Tomberlin JK, van Huis A, Benbow ME, Jordan H, Astuti DA, Azzollini D, Banks I, Bava V ve ark.,. 2015. Protecting the Environment Through Insect Farming as a Means to Produce Protein for Use as Livestock, Poultry, and Aquaculture Feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(4):307-309.
- Tschirner M, Simon A 2015. Influence of Different Growing Substrates and Processing on the Nutrient Composition of Black Soldier Fly Larvae Destined for Animal Feed. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(4):249-259.
- Üstüner T, Hasbenli A, Rozkošný R 2003. The First Record of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Stratiomyidae) from the Near East. *Studia Dipterologica*, 10(1):181-185.
- Van Broekhoven S, Oonincx DGAB, Van Huis A, Van Loon JJA 2015. Growth Performance and Feed Conversion Efficiency of three Edible 4 Mealworm Species (*Coleoptera: Tenebrionidae*) on Diets Composed of 5 organic by-Products. *J Insect Physiol*, 73:1-10.
- Van Huis A, Dicke M, van Loon JJA 2015. Insects to Feed the World. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1(1):3-5.
- Van Huis A, Van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P 2013. Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed security, FAO Forestry Paper 171, 187 pp.
- Veldkamp T, Bosch G 2015. Insects: a Protein-rich Feed Ingredient in Pig and Poultry Diets. *Animal Frontiers*, 5(2):45-50.
- Veldkamp T, van Duinkerken G, van Huis A, Lakemond CMM, Ottevanger E, Bosch G, van Boekel MAJS 2012. Insects as a Sustainable Feed Ingredient in Pig and Poultry Diets - a Feasibility Study. Report 638. Wageningen UR Livestock Research P.O. Box 65, 8200 AB Lelystad. pp.49.
- Wasko A, Bulak P, Polak-Berecka M, Nowak K, Polakowski C, Bieganski A 2016. The First Report of the Physicochemical Structure of Chitin Isolated from *Hermetia illucens*. *Int J Biol Macromol*, 92:316-320.
- Winfield MD, Groisman EA 2003. Role of Nonhost Environments in the Lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia coli*. *Appl Environ Microbiol*, 69:3687-3694.
- Yu G, Cheng P, Chen Y, Li Y, Yang Z, Chen Y, Tomberlin JK 2011. Inoculating Poultry Manure with Companion Bacteria Influences Growth and Development of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. *Environ Entomol*, 40(1):30-35.
- Žáková M, Borkovcová M 2013. *Hermetia illucens* Application in Management of Selected Types of Organic Waste. Electronic International Interdisciplinary Conference, September, 2.-6.2013



- Zhang J, Huang L, He J, Tomberlin JK, Li J, Lei C, Sun M, Liu Z, Yu Z 2010. An Artificial Light Source Influences Mating and Oviposition of Black Soldier flies, *Hermetia illucens*. J Insect Sci, 10:1-7.
- Zheng L, Li Q, Zhang J, Yu Z 2012. Double the Biodiesel Yield: Rearing Black Soldier Fly Larvae, *Hermetia illucens*, on Solid Residual Fraction of Restaurant Waste After Grease Extraction for Biodiesel Production. Renew Energy, 41:75-79.

## Bitkilerde Melatonin ve Üstlendiği Görevler

Gökçen YAKUPOĞLU<sup>1</sup>, Şebnem KÖKLÜ<sup>2</sup>, Ahmet KORKMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Aromatik Bitkiler Programı, Yozgat,

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş

✉ : akorkmaz@ksu.edu.tr

### ÖZET

Önceleri sadece hayvansal bir hormon olarak bilinen melatoninin bitkilerde de var olduğunun keşfinden sonra bu molekül üzerinde sayısız araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar, melatoninin bugüne kadar üzerinde analiz yapılan hemen tüm bitki türlerinde var olduğunu ve hayvanlardakine benzer görevler üstlendiğini ortaya koymuştur. Melatoninin bitkilerde üstlendiği en belirgin rolleri arasında sirkadiyen ritmi, büyümeyi ve gelişmeyi düzenlemek ve çok çeşitli çevresel stres faktörlerine karşı toleransı arttırmak sayılabilir. Araştırma sonuçları stres faktörlerine maruz kalan bitkilerde içsel melatonin seviyesinin yükseldiği ve yeterli melatonin üretmeyen bitkilerde dışarıdan yapılan melatonin uygulamaları yoluyla strese karşı toleransın iyileştirilebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca son yıllarda genetik mühendisliği yöntemleri kullanılarak çok yüksek seviyelerde melatonin üreten ürün hatları geliştirilmiştir. Bu derlemede bitkilerde melatoninin keşfi, dağılımı ve stres altındaki bitkilerde üstlendiği görevler hakkında detaylı bilgi verilecektir.

DOI:10.18016/ ksudobil.320180

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 09.06.2017

Kabul tarihi : 19.08.2017

### Anahtar Kelimeler

melatonin,  
abiyotik stres,  
bitki büyüme düzenleyici,  
antioksidan,  
sirkadiyal ritim

### Derleme Makale

## Phytomelatonin and Its Roles in Plants

### ABSTRACT

Since its discovery in plants, extensive research has been conducted on melatonin which was formerly known to be a hormone existed exclusively in animals. Studies have shown that melatonin was indeed present in every plant species tested and that it had similar roles as in animals. Main roles of phytomelatonin are to regulate circadian rhythm as well as growth and development and to enhance tolerance to various environmental stress factors. Evidence indicates that plants living under stressful environments have higher melatonin contents compared to those live under normal conditions and that exogenous application of melatonin can also improve stress tolerance of plants that do not produce enough melatonin endogenously. Additionally, new lines in some crop species that possess excessive melatonin production traits have recently been developed through genetic engineering. This review mainly focuses on the discovery of melatonin in plants, its distribution among plant species and on the regulatory effects of melatonin when plants confront with harsh environmental conditions.

### Article History

Receive : 09.06.2017

Accepted : 19.08.2017

### Keywords

melatonin,  
abiotic stress,  
plant growth regulation,  
antioxidant,  
circadian rhythm

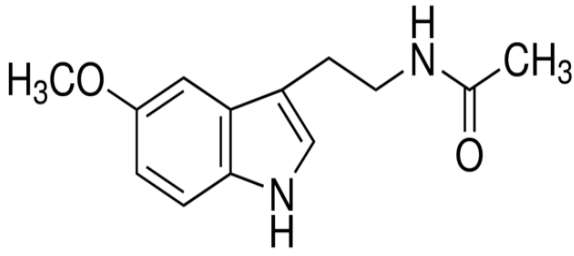
### Review Article

To cited : Yakuboğlu G, Köklü Ş, Korkmaz A 2018. Bitkilerde Melatonin ve Üstlendiği Görevler KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):264-276. DOI:10.18016/ ksudobil.320180

## Melatoninin Bitkilerde Keşfi ve Dağılımı

Bir indolamin triptofan türevi olan melatoninin, *N*-acetyl-5-methoxytryptamine, sığır beyin üstü bezi (epifiz) dokusunda 1950'lerin sonlarında tanımlanması bilim dünyası için büyük bir keşif olmuştur (Lerner ve ark., 1958). Bu gün neredeyse her organizmada var olduğu belirlenen ve canlı

organizmalarda düşük molekül ağırlığına ve basit bir yapıya sahip olan melatonin, epifiz bezinin ışığa duyarlı pineolasit adı verilen hücrelerinden salgılanır ve bakterilerden memelilere farklı türlerde pleiotropik biyolojik aktiviteler sergiler (Hardeland ve ark., 2000). Molekül formülü  $C_{13}H_{16}N_2O_2$  ve molekül ağırlığı  $232,28 \text{ g mol}^{-1}$  (Anonim, 2015) olan melatoninin kimyasal yapısı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Melatoninin kimyasal yapısı (Anonim, 2015)

Melatoninin ilk olarak algelerde keşfedilmesiyle (Poeggeler ve Hardeland, 1994) farklı bitkilerin dokularında da bulunabileceği düşüncesi ortaya atılmıştır. Bitkilerde melatonin ilk olarak, 1995 yılında iki ayrı çalışma grubunun birbirinden bağımsız yaptığı çalışmalar sonucunda bulunmuştur (Dubbels ve ark., 1995; Hattori ve ark., 1995). Daha sonra yapılan çalışmalarda pek çok bitki türünün tohumları, meyveleri, yaprakları ve köklerinde oldukça yüksek miktarlarda melatonin bulunduğu saptanmıştır (Reiter, 1999; Tettamanti ve ark., 2000; Reiter ve ark., 2007). Bitkilerde var olduğunun ortaya konmasından sonra giderek artan sayıda yürütülen araştırmalarda melatoninin çok çeşitli sebze, meyve, tohum, tahıl, tıbbi ve aromatik bitkiler ile süs ve yabancı bitki türlerinde bulunduğu bildirilmiştir (Paredes ve ark., 2009; Arnao, 2014; Feng ve ark., 2014).

Bitkilerde bulunan melatonin miktarının sadece türden türe farklılık göstermekle kalmadığı, aynı zamanda aynı türün içerisindeki genotipler veya çeşitler arasında veya aynı genotipteki bireylerinin farklı büyüme evreleri içinde de farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Dubbels ve ark., 1995; Hattori ve ark., 1995; Posmyk ve Janas, 2009). Örneğin, yeşil domates meyvelerinde melatonin içeriğinin düşük düzeyde olmasına rağmen, olgun ve kırmızı renkli meyvelerde ise yüksek miktarlarda bulunduğu saptanmıştır (Van Tassel ve ark., 2001). Farklı biber ve domates çeşitlerinin meyvelerinin melatonin içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada, biber çeşitlerinde melatonin içeriği 31,0-93,4 ng g<sup>-1</sup> arasında değişirken, domates çeşitlerinde 7,47-249,98 ng g<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (Riga ve ark., 2014). Aynı araştırmada bazı biber çeşitlerinde yeşil meyvelerde melatonin içeriği daha yüksek bulunurken, bazı çeşitlerde ise kırmızı meyvelerde melatonin içeriği daha yüksek bulunmuştur. Çin kökenli tıbbi bitkilerin bir çoğunun (>1000 ng g<sup>-1</sup>) ve sızma zeytin yağının da yüksek miktarlarda melatonin içerdiği bildirilmiştir (Chen ve ark., 2003; De la Puerta ve ark., 2007). Bu bitkilerin yaşlanmayı geciktirici ve özellikle sinir sistemi bozuklukları gibi hastalıkları tedavi etme özelliklerinin, melatoninin ileride bahsedilecek olan antioksidan özelliklerinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Yapılan araştırmalar aynı bitki içerisinde bitki gelişime evrelerine bağlı olarak da melatonin

içeriğinin önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymuştur. Örneğin, iki farklı biber çeşidinde farklı aşamalarda (çimlenme, fide, çiçeklenme ve hasat) ve farklı organlarında (yaprak, kök, meyve ve tohum) melatonin içeriğinin belirlendiği bir araştırmada, kotiledon aşamasındaki fidelerde yüksek seyreden melatonin seviyesinin bitki olgunlaştıkça düştüğü bulunmuştur (Korkmaz ve ark., 2014). Araştırmacılar, bitki gelişim evrelerinin ilerlemesiyle biber yapraklarında ve köklerinde melatonin seviyesinin azaldığını, buna karşılık meyvelerin olgunlaşması (kızarması) ile meyve ve tohumlarda melatonin seviyelerinin önemli ölçüde arttığını ve tüm bunların da melatoninin bu gelişim süreçlerinin kontrol edilmesinde görev aldığını belirtmişlerdir. Yapraklarda ve köklerde bitkilerin gelişim evrelerinin ilerlemesiyle (yaşlanmaya bağlı olarak) melatonin içeriğinin düşmesi patlıcanda da görülmüş ve bu durumun yapraklarda ve köklerde bulunan melatoninin çiçek ve meyve gibi üreme organlarına oksidatif streslere karşı koruma amaçlı ihraç edildiği fikrini ortaya atmışlardır (Korkmaz ve ark., 2017a).

Bitki organları arasında genelde en fazla melatonin içeriğine tomurcuk ve çiçek gibi generatif organlar ile meyve ve tohumlar sahiptirler. Bunun özellikle tomurcuklarda ve kurumuş tohumlarda melatoninin antioksidan savunma mekanizmasında görev yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Paredes ve ark., 2009; Posmyk ve Janas, 2009). Örneğin ceviz tohumunda yüksek miktarda melatonin bulunmasının nedeninin yağ asitlerinin oksidasyonunu engellemek ve sonrasında da tohumun çimlenme kapasitesini yitirmeden uzun süre canlı kalmasını sağlamak olduğu bildirilmiştir (Reiter ve ark., 2005; Iriti ve Faoro, 2006). Ayrıca hem suda hem de yağda eriyebilen bir madde olması (amphiphility) dolayısıyla özellikle yüksek oranda yağ ihtiva eden tohumların melatonin içeriğinin daha fazla olduğu ve bu özelliği ile de tohumları dormansi veya kurumuş halde antioksidan enzimlerin yokluğunda veya yetersizliğinde koruyarak yüksek oranda çimlenme göstermelerine yardımcı olduğu bildirilmiştir (Hardeland ve ark., 2007). Boru çiçeği (*Datura metel*) bitkisinin çiçeklerinde melatonin seviyesinin değişimini tespit etmek amacıyla farklı gelişme aşamalarda toplanmış çiçek tomurcuklarının melatonin içeriklerin incelendiği bir araştırmada, en yüksek melatonin seviyesinin yeni gelişmeye başlamış (en küçük) tomurcuklarda olduğu bulunmuş ve çiçek tomurcuğunun gelişiminin ilerlemesiyle melatonin içeriğinin önemli miktarda azalış gösterdiği tespit edilmiştir (Murch ve ark., 2009). Domateste farklı olgunluk aşamalarında meyve ve yapraklarda melatonin içeriği incelenmiş ve yapraklar yaşlandıkça melatonin seviyesinin azaldığı, meyve olgunlaştıkça ise meyve eti ve tohumlarda melatonin seviyesinin arttığı bildirilmiştir (Okazaki ve Ezura, 2009). Yine

biberde ve patlıcanda farklı aşamalarda ve farklı organlarda melatonin içeriğinin belirlendiği çalışmalarda yeni çimlenmiş fidelerde, çiçeklerde ve tohumlarda oldukça yüksek miktarlarda melatonin tespit edilmiştir (Korkmaz ve ark., 2014; Yakupoğlu, 2016). Aynı araştırmalarda biber ve patlıcan meyvelerinin farklı büyüme aşamalarında melatonin değişimi de ortaya konmuş ve çiçeklenmeden sonra melatonin içeriğinin gelişen meyvelerde önce azaldığını fakat meyvelerin olgunlaşması birlikte tekrar artış gösterdiği de bildirilmiştir.

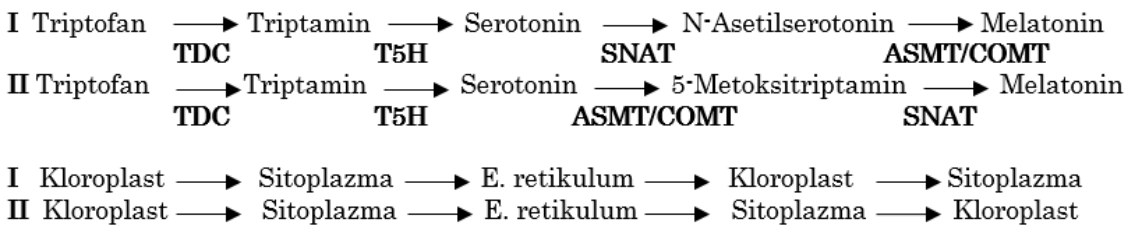
### Melatonin Biyosentezi

Bitkiler, hayvanlar, algler ve bakteriler de dahil olmak üzere tüm canlılarda melatonin sentezi aromatik bir aminoasit olan triptofan (Trp)'dan başlar. Trp sadece melatoninin değil, tüm bitki ve hayvanlarda bulunan bir bileşik olan serotonin (Ser) ve yine bitkisel bir hormon olan indol-3-asetik asitin (IAA) de sentezinin başladığı bir maddedir. Bitkilerdeki melatonin sentezi, hayvanlardakine benzer bir yol izlemektedir ve normal koşullar altında yetişen ya da genç bitkilerde ardışık dört enzimatik basamak izleyerek triptofan/triptamin/serotonin/N-asetilserotonin/melatonin sırasıyla gerçekleşir (Şekil 2, I nolu iz yolu). Ancak yapılan araştırmalarla birlikte özellikle yaşlanmadan dolayı yüksek miktarlarda serotonin üretiminin söz konusu olması durumunda melatonin biyosentezinin triptofan/triptamin/serotonin/5-metoksitriptamin/melatonin sırasıyla gerçekleştiği ortaya konmuştur (Şekil 2, II nolu iz yolu, Back ve ark., 2016). Bitkilerde melatonin sentezi sırasında görev alan ve her bir ara maddenin oluşumunu katalize eden enzimler triptofan dekarboksilaz (TDC), triptofan hidroksilaz (T5H), serotonin N-asetiltransferaz (SNAT), N-asetilserotonin, metiltransferaz (ASMT) ve kafeik asit O-metiltransferaz (COMT) enzimleridir.

Normal koşullar altında yetişen bitkilerde ilk

aşamada TDC enziminin katalize etmesi sonucu Trp triptamine dönüşür. Çeltikte (Kang ve ark., 2008), biberde (Park ve ark., 2009), pervane çiçeğinde (*Catharanthus roseus*) (De Luca ve ark., 1989) ve tütün bitkisinde (Fiore ve ark., 2002) yapılan çalışmalarla TDC enzimi klonlanmıştır. TDC, melatonin sentezinde kısıtlayıcı olan enzimlerden biridir çünkü bitkilerde bu enzimin ifade seviyesinin çok düşük değerlerde seyrettiği bildirilmiştir (Zhao ve ark., 2012). Triptaminden serotonine dönüşümü gerçekleştiren ve biyosentez iz yolun ikinci basamağını katalize eden enzim olan T5H enzimi çeltik bitkisi üzerinde yapılan çalışmalarla tanımlanmıştır (Kang ve ark., 2013). Serotonin, bitkilerde melatonin biyosentezinin gerçekleşmesinde mutlaka gerekli olan bir ara maddedir (Back ve ark., 2016). Melatoninin biyosentez iz yolu üzerinde görev alan son iki enzim serotoninin N-asetilserotonine dönüşümünü düzenleyen AANAT/SNAT ile N-asetilserotoninin melatoninine dönüşümünü kontrol eden HIOMT/ASMT enzimleridir. Triptamin oluşumunda görev alan TDC enziminin varlığı ya da aktivitesinin yüksekliği melatonin sentezinde belirleyici olduğu bilinmekle beraber melatonin seviyesini kesin olarak belirleyen enzimin (rate-limiting enzyme) HIOMT/ASMT olduğu bildirilmiştir (Byeon ve ark., 2014). Melatonin sentezinde görev alan HIOMT enziminin aktivitesinin sıcaklığın yükselmesi ile birlikte artarak 50-55 °C'lerde maksimuma ulaştığı; ancak açık arazi koşullarında sıcaklıktaki artışın genelde artan ışıktan kaynaklanması dolayısıyla da bitki içerisindeki içsel melatonin seviyesinin düşük seyrettiği bildirilmiştir (Byeon ve Back, 2014).

Melatonin biyosentez yolundaki enzim reaksiyonlarının sırası ara maddenin hücre içi yerini ve melatonin oluşumunu değiştirmektedir. Melatonin sentezinin, görev alan son enzim SNAT olduğunda kloroplastlarda (II nolu izyolu), COMT/ASMT olduğunda ise sitoplazmada (I nolu izyolu) gerçekleştiği bildirilmiştir (Back ve ark., 2016).



Şekil 2. Melatoninin biyosentez izyolları ve hücrede gerçekleşme yerleri (Back ve ark., 2016).

### Melatoninin Fizyolojik Görevleri

#### Günlük ve yıllık ritim düzenleme ve fotoperiyodik tepki

Hayvanlarda ve insanlarda melatonin, sadece gün içerisinde değil aynı zamanda yıl içerisindeki zamanın algılanmasında da önemli pay sahibidir. Memelilerde

melatoninin daha çok geceleri sentezlendiği ve ışık altında kanda seviyesinin düştüğü bildirilmiştir (Cardinali ve Pevet, 1998). Bu nedenle kandaki miktar değişimleri, dokuların ve hücrelerin gün içerisindeki veya yıl içerisindeki zamanın algılamasına yardımcı olduğu ve dışarıdan yapılan melatonin



uygulamalarının karanlık uygulamasını taklit ettiği için melatoninin hayvanlarda ve insanlarda fotoperiyodik düzenleyici veya 24 saatlik ritmi (circadian rhytm, sirkadiyal ritim) düzenleyici olarak görev yaptığı bildirilmiştir (Reiter, 1991). Bitkilerde de hayvanlardakine benzer bir değişim olabileceği fikrinden hareketle 24 saatlik zaman dilimi içerisinde melatonin değişiminin ortaya konduğu ilk çalışmada, 12/12 saat karanlık/aydınlık ışık rejimi altında yetiştirilen 15 günlük *Chenopodium rubrum* L. bitkilerinde melatonin seviyelerinin aydınlıkta çok düşük düzeyde seyrettiği buna karşılık karanlık periyodun sonlarına doğru ise en yüksek seviyeye ulaştığı bulunmuştur (Kolar ve ark., 1997). Bitkilerde de melatoninin 24 saatlik ritim düzenleyici olarak görev aldığı ve genel olarak sentez miktarının karanlıkta arttığı bildirilse de (Wolf ve ark., 2001), bazı araştırmacılar gün batımından hemen önce sentez miktarının en yüksek seviyeye ulaştığını bildirmiştir (Tan ve ark., 2007a). Bazı araştırmacılar ise, bitkilerde melatoninin daimi olarak bulunduğunu; fakat seviyesinin gün içerisinde değişiklik gösterdiği fikrini savunmaktadırlar (Paredes ve ark., 2009). Örneğin, arazi koşullarında yapılan bir çalışmada Malbec çeşidi üzüm danelerinin kabuklarında 24 saatlik zaman dilimi içerisinde melatonin seviyelerindeki değişim belirlenmiş ve en yüksek değer güneş doğarken tespit edilmiş ve daha sonraki saatlerde melatonin seviyesi düşüş göstermiştir (Boccolandro ve ark., 2011). Araştırmacılar bunun nedeninin melatonin seviyelerinin sirkadiyen ritim tarafından kontrol edildiği ve aydınlık periyod döneminde melatonindeki azalmanın solar radyasyonun neden olduğu strese karşı antioksidan sistemin devreye girmesinden kaynaklanan aşırı melatonin tüketiminin olabileceğini bildirmişlerdir. Yine farklı meyve gelişim dönemlerindeki kirazlarda 24 saatlik zaman dilimi içerisinde meyvelerin melatonin içeriklerindeki değişimlerin incelendiği bir başka araştırmada, gün içerisinde melatonin konsantrasyonunun iki kez pik yaptığı ve melatonin pikinin birincisinin karanlık periyodun sonunda (gün aydınlanmadan hemen önce), ikincisinin ise oksidatif stresin ve malondialdehit (MDA) içeriğinin arttığı öğleden sonra olduğu görülmüştür (Zhao ve ark., 2012). Araştırmacılar, öğleden sonra yüksek sıcaklık ve yüksek ışık yoğunluğunun etkisi ile MDA içeriğinin yüksek seviyelerde olmasının melatonin sentezini tetiklediğini belirtmişlerdir. Bu durum, melatoninin birincil işlevinin oksidatif stres karşısında kiraz meyvesini korumak için antioksidan olarak görev yaptığını düşündürmektedir. Ayrıca, meyvelerin olgunlaşma aşamalarında melatonin içeriğindeki değişimler incelendiğinde, en yüksek seviyelerin 2. evrede (tohumlar henüz sıvı formda ve endokarp henüz odunlaşmamış) olduğu görülmüştür. Bu aşamada meyve etinin gelişen tohumu korumada önemli bir rol sahibi olduğu ve tohum oluşumunun bu

aşamasında oluşabilecek yüksek reaktif oksijen türleri (ROS) seviyelerine karşı melatoninin iyi bir ROS süpürücüsü olarak meyve gelişimi sırasında önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir.

Su sümbülü ile yapılan bir çalışmada doğal koşullarda yetiştirilen bitkilerde gün içerisinde melatonin seviyesinin, hayvanlarda tespit edilen ritimden farklı olarak aydınlık zamanın sonlarına doğru bir artış gösterdiği gözlenmiş ve bunun da nedeninin fotosentez ve ışıktan korunma süreçleri ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Tan ve ark., 2007a). Yeşil bir makro alg olan *Ulva* sp.'de 16 saat aydınlık/8 saat karanlık fotoperiyot altında en yüksek melatonin seviyesi gece 02:00'da tespit edilirken en düşük seviye ise 14:00'da bulunmuştur (Tal ve ark., 2011). Araştırmacılar, bunun gece boyunca sirkadiyen ritme bağlı enzim aktivitelerinin ve ışığa maruz kalmanın etkileri ile melatoninin ışık altında parçalanmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Elmada gün içerisinde melatonin değişiminin incelendiği bir diğer araştırmada, yapraklarda melatonin seviyesinin gün içerisinde iki kez (saat 14:30 ve 05:30'da) pik yaptığı ve öğleden sonra belirlenen yüksek melatonin seviyesinin gün içerisinde yüksek sıcaklık stresi sonucu dokularda biriken yüksek MDA seviyesinin hemen ardından gerçekleştiği bulunmuştur (Zuo ve ark., 2014). Yine arpa ve acı baklada yapılan araştırmalarda kiraz ve elmadakilere benzer sonuçlar bulunmuş ve dokulardaki melatonin seviyesi gün içerisinde iki kez yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2015a).

Gün içerisinde bitki dokularında melatoninin ve onun öncü maddesi olan Trp konsantrasyonlarının içeriğinin nasıl değiştiğini ortaya koymaya yönelik en kapsamlı çalışma patlıcan fidelerinde yapılmıştır (Korkmaz ve ark., 2017a). Yeni çimlenmiş (kotiledon aşamasında) fidelerde 24 saatlik zaman dilimi içerisinde melatonin içeriğinin biri karanlık periyodun başlamasından hemen sonra ve diğeri de aydınlık periyodun ortasında olmak üzere iki kez yükseldiği belirlenmiştir. Buna karşılık melatonin ve Trp içerikleri arasında ters bir ilişki olduğu görülmüş ve melatonin seviyelerinin en yüksek olduğu zamanlarda Trp konsantrasyonunun en düşük değerlerde seyrettiği bulunmuştur. Araştırmada dikim aşamasına gelmiş (4 yapraklı) fidelerin yapraklarında ve köklerinde yapılan ölçümlerde benzer sonuçlar elde edilmiş ve melatonin seviyelerinin gün içerisinde iki kez maksimuma ulaştığını fakat melatoninin en yüksek olduğu zamanlarda Trp içeriğinin en az seviyelerde seyrettiği belirlenmiştir. Buna karşılık, *Arabidopsis thaliana* bitkisinde yapılan bir diğer araştırmada ise, 12 saat karanlık ve 12 saat aydınlıkta yetiştirilen bitkilerde gün içerisinde melatonin seviyesinin önemli bir değişim göstermediği fakat suni ışık altında büyüyen *Arabidopsis* bitkilerine kıyasla doğal koşullar altında büyüyen bitkilerde melatonin

içeriğinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Hernandez ve ark., 2015). Tüm bu sonuçlar, bitkilerde gün içerisinde melatonin içeriğinin bitkinin biyolojik saatinin yanında içerisinde bulunduğu çevresel faktörlerin de kontrolü altında olduğu ve gün içerisinde analiz için örnek alınımının yapıldığı zamanın bitki dokularındaki melatonin içeriğinin miktarı üzerinde önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca bitki dokularında gün içerisinde melatonin içeriğinin belirlenmesi ve çevresel faktörlerin etkisini daha iyi anlamak için farklı bitkiler üzerinde ilave çalışmaların yapılmasına ihtiyaç olduğu da bir gerçektir.

### Büyüme düzenleyici ve antioksidan olarak melatonin

Bitkilerde melatoninin en temel rollerinden biri muhtemel bir bitki büyüme düzenleyicisi olarak görev almasıdır ve bu etkisi pek çok monokotil bitkide ortaya konmuştur. IAA ve melatonin arasındaki yapısal benzerlikler ve ortak biyosentez yolu, melatoninin bir oksin gibi hareket edebileceği fikrine yol açmıştır. Büyüme düzenleyici olarak melatoninin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, etiyolet olmuş acı bakla (*Lupinus albus* L.) hipokotillerinde IAA'ye benzer şekilde aktif büyümeyi uyarmakla birlikte yüksek konsantrasyonlarda ise engelleyici bir etki gösterdiği bildirilmiştir (Hernandez-Ruiz ve ark., 2004; Hernandez-Ruiz ve Arnao, 2008). Bitki içerisinde IAA'de olduğu gibi melatonin farklı dokularda farklı konsantrasyon dağılımlarına sahip olduğu ve ağırlıklı olarak apikal bölgelerin en yüksek melatonin içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir (Murch ve Saxena, 2002; Sarropoulou ve ark., 2012). Araştırmalar, melatoninin etiyoletmiş acı baklada IAA'ye benzer rol oynadığını; yüksek konsantrasyonlarda engelleyici bir etkiye sahipken, mikromolar ve nanomolar seviyesindeki konsantrasyonlarda ise hipokotilin aktif büyümesini teşvik ettiğini göstermiştir. (Hernandez-Ruiz ve ark., 2004; Hernandez-Ruiz ve ark., 2005; Hernandez-Ruiz ve Arnao, 2008).

Melatoninin yine IAA'ye benzer şekilde acı baklada adventif ve lateral köklerin oluşumunu arttırdığı görülmüş (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2007) ve bu önemli etkisi daha sonra kırmızı lahanaya, hıyar, kiraz, çeltik, *Arabidopsis* ve nar gibi diğer bitki türlerinde de gözlemlenmiştir (Posmyk ve ark., 2008; Park ve Back, 2012; Sarropoulou ve ark., 2012; Zhang ve ark., 2013; Sarrou ve ark., 2014; Zuo ve ark., 2014). Son zamanlarda *Arabidopsis*, soya fasulyesi, bermuda çimi (*Cynodon dactylon*) gibi pek çok türde dışarıdan yapılan melatonin uygulamalarının kök ve sürgün gelişmesini teşvik ettiği bulunmuştur (Bajwa ve ark., 2014; Shi ve Chan, 2014; Kostopoulou ve ark., 2015; Shi ve ark., 2015a; Wei ve ark., 2015). Bitkilerde adventif köklerin oluşumunda elde edilen verilere dayanılarak melatonin, bir bitki büyüme düzenleyici olarak kabul görmeye başlamıştır.

İnsanlarda ve hayvanlarda melatoninin serbest radikalleri etkisiz hale getirmede aktif rol üstlenmesinden dolayı geniş spektrumlu antioksidan olarak kabul edilmesi, birçok araştırmacıda bu maddenin bitkilerde de benzer şekilde roller üstlendiği fikrinin doğmasına neden olmuştur. Antioksidan olarak melatoninin bitkiler üzerindeki görevi pek çok çalışmayla ortaya konmuştur (Paredes ve ark., 2009; Posmyk ve Janas, 2009; Park, 2011; Tan ve ark., 2012). Melatoninin biyolojik membranların (mitokondri, kloroplast ve plazma gibi) dengelenmesinde doğrudan antioksidan olarak rol oynadığı, zar akışkanlığı ve lipid peroksidasyonu ile mücadelede etkili olduğu belirtilmiştir (Catala, 2007; Garcia ve ark., 2014). Melatoninin stres altındaki bitkilerde O<sup>-2</sup> oluşumunu sınırlayarak iç mitokondrial zarıdan elektron sızıntısını azalttığı, elektron taşıma zincirini uyardığı (Reiter ve ark., 2001). ve ayrıca peroksidaz (POX), glutathion reduktaz (GR), superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzimlerinin aktivitelerini teşvik ettiği bildirilmiştir (Cardinali ve Pevet, 1998; Allegra ve ark., 2003; Teixeira ve ark., 2003; Rodriguez ve ark., 2004; Reiter ve ark., 2007). Aşırı soğuk, güneş ışığı, ağır metaller ve kimyasalların neden olduğu toprak kirliliği gibi olumsuz çevre koşullarında stres etmenleriyle başa çıkabilmek için bitkilerde melatonin üretiminin teşvik edildiği bulunmuştur (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2009a; Tal ve ark., 2011; Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2013a; Byeon ve Back, 2014). Ayrıca, zehirli kimyasal ve çevresel kirleticilerle baş edebilen su sümbülünde melatonin ve onun bir metaboliti olan AFMK (N<sup>1</sup>-acetyl-N<sup>2</sup>-formyl-5-methoxykynuramine) seviyelerinin yüksek olması, melatoninin güçlü bir serbest radikal süpürücü olarak bitkilerin, toprak ve su kirleticilerin neden olduğu ağır hasarlar ile baş edebilmelerinde ve dolayısıyla fiteromediasyonda kullanılabilmesi bildirilmiştir (Tan ve ark., 2007a). Melatonin uygulamaları sonrasında çeşitli abiyotik streslere maruz kalan bitkilerde ROS miktarında azalma ve aminoasit, organik asit ve şeker içeriklerinde ise artışlar olduğu görülmüştür (Shi ve ark., 2015a). Örneğin, biber tohumlarına ekim öncesi yapılan melatonin uygulamaları sonucunda tohumların üşüme stresi (15 °C) koşulları altında çimlenme ve çıkış performanslarının arttığı ve bu artışın antioksidan enzimlerin aktivitelerinin teşvik edilmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Korkmaz ve ark. 2017b). Domates fidelerinin yapraklarına yapılan melatonin uygulaması sonucunda şeker, prolin ve antioksidan enzim aktivitesinin yükseldiği ayrıca soğuk stresi altında aktif hale geçen birçok genin ifade edilme seviyelerinin önemli ölçüde yükseldiği bildirilmiştir (Ding ve ark., 2017). Benzer şekilde soya fasulyesi tohumlarına yapılan melatonin uygulamalarının fidelerin tuz stresine karşı toleranslarını arttırdığı ortaya konmuştur (Wei ve ark., 2015). Araştırmacılar, tuz stresinin bitki dokularında birçok genin ifade edilme seviyesini

düşürdüğünü ama melatonin uygulamalarının başta hücre bölünmesi, fotosentez, yağ asitleri sentezi ile askorbat ve karbonhidrat metabolizmalarında görev alan çok sayıda genin ifade seviyesinin yükseldiğini ve bunların strese maruz kalan bitkilerde verimi önemli seviyede arttırdığını bildirmişlerdir. Tüm bu araştırmalar, melatoninin antioksidan olarak özellikle savunma sistemini teşvik ettiğini ve bunu da stres altında görev yapan ya da aktif hale gelen bazı genlerin ekspresyonlarını teşvik ederek gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

### Stres koşullarındaki bitkilerde içsel melatonin seviyesinde görülen değişimler

Hem biyotik hem de abiyotik stres faktörlerinin bitkilerde melatonin sentezini teşvik ettiği fikri bitkilerde melatoninin var olduğunun belirlenmesiyle ortaya atılmıştır. Örneğin, bitkilerde melatonin varlığını ilk ortaya koyan araştırmacı grubu olan Dubbels ve ark. (1995) yabancı domatesin (*L. pimpinellifolium*) kültür domateslerine (*L. lycopersicum*) kıyasla 5 kat daha az melatonin içerdiğini ve bunun da sonucu olarak kültür domates çeşitlerinin yüksek ozon seviyelerine karşı daha toleran olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar yüksek ozona karşı toleranslı olan tütün varyetelerinin hepsinde melatonin içeriğinin yüksek olduğunu ve yüksek melatonin konsantrasyonlarının ozon zararı nedeniyle üretilen serbest radikallerin etkisiz hale getirilmesinde etkin olarak görev aldığını bildirmişlerdir. Yine Alp'lerde ve Akdeniz'in yüksek kesimlerinde yüksek UV radyasyonu altında yaşayan bitkilerin, aynı türlerin daha düşük rakımlarda ve düşük UV radyasyonu altında yaşayan ekotiplerine kıyasla çok daha fazla melatonin içerdiği bildirilmiştir (Tettamanti ve ark., 2000). Ayrıca, düşük sıcaklık, yüksek sıcaklık ve toprak kirliliği gibi olumsuz çevre koşulları altında yaşayan bitkilerde melatonin içeriğinin normale göre daha fazla olduğu da değişik araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Tan ve ark., 2007a ve 2007b).

Stres faktörlerine maruz kalan bitkilerde görülen melatonin seviyesindeki geçici artışlar, özellikle oksidatif stresin neden olduğu zararlı etkilere karşı bitkileri korumaya yönelik olduğu bildirilmiştir. Örneğin, tuz, çinko, düşük sıcaklık ve kuraklık gibi değişik stres faktörleri altındaki arpa ve acı bakla bitkilerinde içsel melatonin seviyelerinin stres faktörünün şiddetine ve uygulama zamanına göre ciddi artışlar gösterdiği bildirilmiştir (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2009b ve 2013a). Araştırmacılar, çinko stresi altındaki arpa bitkilerinde 6, acı bakla bitkilerinde 12 kat; soğuk stresi (6 °C) altındaki acı bakla bitkilerinde kontrol bitkilerine kıyasla (24 °C) 2,5 kat ve su stresi altındaki acı bakla bitkilerinde ise 4 kata varan içsel melatonin seviyelerinde artışlar olduğunu belirtmişlerdir. Tarla koşullarında yetiştirilen domateslerin yapraklarında, iklim

odasında (kontrollü koşullarda) yetiştirilen domateslere kıyasla melatonin seviyesi 10 kat daha fazla olarak bulunmuştur (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2013b). Benzer şekilde, tuz stresine maruz kalan ayçiçeği fidelerinin köklerinde 2 kat, kotelidonlarında ise 6 kat daha fazla melatonin olduğu ve bu artışın melatonin sentezinde rol alan son enzim olan HIOMT sentezinin teşvik edilmesinden kaynaklandığı belirlenmiştir (Mukherjee ve ark., 2014). Araştırmacılar, kontrol bitkilerine kıyasla tuz stresi altındaki bitkilerde bu enzim aktivitesinde %72 artış olduğunu belirlemişlerdir. Herbisit ve kadmiyum kaynaklı oksidatif stres koşulları altındaki çeltik fidelerinde melatonin sentezinde görev alan 3 enzimin (T5H, TDC ve HIOMT) seviyelerinde önemli artışlar görülmüş ve bunun da içsel melatonin seviyelerinde 6 kata varan artışlara neden olduğu bildirilmiştir (Park ve ark., 2013; Byeon ve ark., 2015). Yine, 37 °C'de yüksek sıcaklık stresine maruz kalan *Arabidopsis* fidelerinin içsel melatonin içeriğinin kontrol bitkilerine kıyasla 2 ile 5 kat daha yüksek olduğunu bulunmuştur (Shi ve ark., 2015b). Tüm bu sonuçlar, stres altında yetişen veya hayatlarının belli dönemlerinde herhangi bir stres faktörüne maruz kalan bitkilerde içsel melatonin seviyelerinde kayda değer oranlarda artışlar olduğu ve bu artışların da strese karşı savunma mekanizmalarını harekete geçirmek amaçlı olduğu görülmüştür.

Melatoninin bir biosit olarak başta bazı mantar ve bakteriler olmak üzere çeşitli biyotik stres faktörlerine karşı tolerans sağladığı bildirilmiş fakat bu alanda elde edilen sonuçlar abiyotik stres faktörleri ile kıyaslandığında henüz emekleme aşamasındadır. Bu alanda ilk bilgiler elmalarda Marssonina lekesi olarak bilinen yaprak hastalığına neden olan bir fungal etmen olan *Diplocarpon mali* ile yapılan bir çalışmadan gelmiştir (Yin ve ark., 2013). Araştırmacılar, melatonin ile takviye edilmiş suyla sulanan elma ağaçlarında hastalık etmeninin daha az yaprak dökülmesine neden olduğunu ve bunu da artan fenilalenin liyaz aktivitesi ile başta kitinaz (chitinase) ve β-1,3 glucanase olmak üzere çeşitli patojenite ile ilgili proteinlerin sentezlenmesinin teşvik edildiğinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Biyotik stres faktörleri ve melatonin arasındaki ilişkiyi ortaya koyan en ilgi çeken çalışma Lee ve ark. (2015) tarafından yürütülmüştür. Genetik modifikasyon yoluyla SNAT enziminin çalışmasının engellenmesi nedeniyle çok düşük melatonin üretebilen *Arabidopsis* bitkilerinde *Pseudomonas syringae* pv. Tomato DC3000 isimli patojene karşı hassasiyetin ciddi seviyelerde yükseldiği; bunun da nedeninin düşük melatonin seviyesinin salisilik asit üretiminde ciddi düşüslere neden olduğu gösterilmiştir.

### Melatonin kullanımının yaşlanma üzerine etkisi

Hayvanlarda melatoninin, yaşlanmayla ilgili bozuklukları engellediği ve genetik koşullara bağlı



olarak bazı memelilerin yaşam ömrünü bir dereceye kadar uzattığı bilinmektedir (Hardeland ve Poeggeler, 2012). Bitkilerde yaşlanma süreci ile ilgili yapılan çalışmalarda araştırmacılar organizmanın hayatından ziyade yapraklarda meydana gelen yaşlanma etkisine odaklandıkları için hayvanlarda görülen yaşlanmadan daha farklı bir süreç yaşanmaktadır. Bununla birlikte her ikisinde de görülen ortak nokta, yaşlanma ilerledikçe ilgili hücrede oksidatif zararlanma sonucu oluşan hasarın artmasıdır. Her iki durumda da melatoninin antioksidan özelliği yaşlanmanın geciktirilmesine katkıda bulunduğu da bilinen bir gerçektir (Hardeland, 2013).

Bitkilerin yaşlanmasında melatoninin sahip olduğu rol tam olarak ortaya konmuş değildir. Diğer yandan melatoninle muamele edilmiş *Arabidopsis* fidelerinin transkriptomik analizinde etilen, absisik asit, jasmonik asit ve salisilik asit gibi yaşlanmayı teşvik edici veya bu fitohormonları harekete geçiren sinyallerin oluşmasında rol alan sayısız genin düzenlendiği ifade edilmiştir (Jibran ve ark., 2013; Khan ve ark., 2014). Bu durum ilk bakışta melatoninin bitkilerde yaşlanmayı teşvik edici bir rol aldığını gösterebilir. Çeltikte yaprak yaşlanma sürecinde gözlenen Trp, serotonin, N-asetilserotonin ve melatoninin miktarında meydana gelen önemli artışlar bu duruma uygun görünmektedir. Ancak bununla birlikte melatoninin strese cevap veren, koruyan ve yaraların iyileşmesini sağlayan fitohormonları da harekete geçirdiğini göz ardı etmemek gerekmektedir.

Melatonin sentezinde anahtar enzimlerden biri olan AANAT'ı aşırı miktarda üreten 7 günlük transgenik çeltik fidelerinde yapılan bir çalışmada, yaşlanmada görev alan protein 29 (SAG29) ile poligalakturonaz enzimini kodlayan genlerin aktivitelerinin azaldığı ortaya konmuştur (Byeon ve ark., 2013). Daha önceki çalışmalar incelendiğinde, melatoninin arpanın yapraklarında klorofil bozulmalarına karşı koruyucu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2009a). Benzer şekilde kopmuş elma yapraklarında dışarıdan yapılan melatonin uygulaması sonucunda başta klorofil parçalanmasına neden olan enzimlerin üretilmesini kontrol eden genler olmak üzere yaşlanma ile ilgili birçok spesifik genin aktivitelerinin azaldığı bildirilmiştir (Wang ve ark., 2013, 2014). Araştırmacılar dokulardaki ROS birikiminin yaşlanmanın ana nedeni olduğunu, melatoninin de başta H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> olmak üzere çeşitli ROS miktarlarında kayda değer düşümlere neden olarak yaşlanmayı geciktirdiğini ve tüm bunların da melatoninin antioksidan doğasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, melatoninin değerli genetik materyalin sıvı azot içerisinde çok uzun sürelerde saklanmasında önemli rol üstlendiğini ve tohumların depolanmasında yaşlanmayı geciktirdiğini ortaya koymuştur. Depolama öncesi yapılan melatonin

uygulamaları ile *Rhodiola crenulata* kalluslarının (Zhao ve ark., 2011) ve dormant Amerikan karaağaç tomurcuklarının (Uchendu ve ark., 2013) sıvı azot içerisinde başarı ile depolanabileceği ortaya konmuştur. Her iki çalışmada da melatoninin bitkisel materyalin sıvı azot içerisinde saklanabilmesinde bir antioksidan olarak görev yaparak CAT ve POD gibi antioksidan enzimlerinin aktivitelerini teşvik ettiği ve dokulardaki MDA birikimini azalttığı ortaya konmuştur.

Melatoninin tohum yaşlanmasındaki etkilerini ortaya koyan ilk bulgular Kołodziejczyk ve ark. (2015) tarafından üretilmiştir. Araştırmacılar, mısır ve hıyar tohumlarının bir yıl süreyle depolanması sırasında tohum içerisinde melatonin değişimini izlemişlerdir. Her iki bitkinin tohumunda da depolama başlangıcında düşük düzeylerde seyreden melatonin seviyesinin, depolamanın 4 ve 5. aylarında (Ocak ve Şubat aylarında) hızla yükseldiğini ve kış aylarında görülen melatonin seviyelerindeki bu artışların tohumları olumsuz çevre koşullarına karşı korumak için bir savunma mekanizması olarak gerçekleştiği bildirilmiştir. Tohum yaşlanması üzerine melatoninin etkilerini ortaya koymak üzere yapılan bir diğer çalışmada melatonin ile muamele edilmiş biber tohumları 1 yıl süreyle depolanmıştır (Köklü, 2016). Depolama öncesi tohumlara uygulanan melatoninin, tohumlarda bozulmanın bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik seviyesini, hiç melatonin uygulanmamış tohumlara kıyasla önemli derecelerde azalttığı; bununla birlikte antioksidan enzim aktivitelerini olumlu yönde arttırdığı görülmüştür. Bir yıl süren depolama sırasında tohumların içsel melatonin seviyelerinde mevsimsel olarak bir değişimin olduğu ve melatonin seviyesinin depolamanın 8. ayına denk gelen kış aylarında ciddi derecede yükseldiği ortaya konmuştur.

### Bitkilerde Melatonin Alımı

Melatonin içeren bitkiler bu indolamini sentezleyebilirler; ayrıca dışarıdan yetiştirme ortamına yani toprağa ya da bitkinin kendisine (yaprağa) uygulanan melatonin almaları da mümkündür (Reiter ve ark. 2001). Vişnede (*Prunus cerasus* L.) melatonin varlığı ile ilgili yapılan bir çalışmada melatoninin vişne meyvesinde sentezlenmesinin yanında meyveye kökler aracılığı ile de taşınabileceği bildirilmiştir (Burkhardt ve ark., 2001). Su sümbülünde [*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms] yapılan bir çalışmada dışarıdan 5 µM melatonin uygulamasının yapraklardaki melatonin seviyelerini uygulanmayanlara göre daha fazla arttırdığı bildirilmiştir. Bazı çalışmalar da melatoninin sadece köklerden alınmadığını, aynı zamanda tohumların ve yaprakların da absorbe (alım) yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Örneğin, değişik konsantrasyonlarda melatonin uygulanmış arpa yapraklarında konsantrasyona bağlı olarak



melatonin miktarının arttığı belirlenmiştir (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2008). Yine tohuma yapılan melatonin uygulamaları ile ilgili çalışmalarda tohumun bünyesine melatonin aldığını görülmüştür. Değişik konsantrasyonlarda melatonin uygulanmış biber tohumlarında melatonin uygulaması sonucu tohumların düşük sıcaklıkta çimlenme performansının olumlu etkilendiği ve elde edilen fidelerde konsantrasyonlara bağlı olarak melatonin içeriklerinde önemli artışlar olduğu belirlenmiştir (Korkmaz ve ark. 2017b). Benzer şekilde oda koşullarında yapılan depolama öncesi 50 ve 500 µM konsantrasyonlarında melatonin uygulanmış hıyar ve mısır tohumlarında bir yıl boyunca melatonin içeriğinin sezonsal değişiminin izlendiği bir çalışmada her iki türde de yıl sonunda melatonin uygulanmış tohumlarda uygulanmamış olanlara kıyasla melatonin içerikleri daha yüksek bulunmuş ve yaşlanmanın yavaşladığı ortaya konmuştur (Kołodziejczyk ve ark., 2015).

### Bitkilere Dışarıdan Melatonin Uygulaması ve Bitki Gelişimine Etkisi

Olumsuz çevre koşulları altında yaşayan ve bu koşullara karşı toleranslı olan bitkilerde bulunan yüksek melatonin içeriği gerçeği, son yıllarda bu maddenin bitkilere dışarıdan uygulanması yoluyla stres koşullarına karşı tolerans kazanmaları yönündeki araştırmaları tetiklemiştir. Dışarıdan yapılan melatonin uygulamaları tohum uygulaması olarak, yapraklara sprey olarak ya da sulama suyu vasıtasıyla köklere olmak üzere farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Örneğin, dışarıdan tohuma yapılan melatonin uygulamalarının hıyar (Posmyk ve ark., 2009) ve biber (Korkmaz ve ark., 2017b) tohumlarının düşük sıcaklıkta (15 °C) çimlenme performanslarını olumlu yönde etkilediği ve bu artışın nedeni olarak da melatoninin tohumlarda hücre zarlarında bulunan yağ asidi bileşiklerini peroksidasyona karşı koruması olarak gösterilmiştir. Yine, ekim öncesi 1-100 µM aralığındaki melatonin konsantrasyonlarında yapılan tohum uygulamalarının kırmızı lahana tohumlarının ağır metal (bakır) stresi altında çimlenme performansları üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 1 ve 10 µM melatonin konsantrasyonlarının çimlenmeyi kontrole göre %20 arttırdığı buna karşılık bu uygulamaların lipid peroksidasyonunu da kayda değer oranda azalttığı bulunmuştur (Posmyk ve ark., 2008).

Li ve ark. (2012), köklere yapılan 0.1 µM melatonin uygulamasının tuz stresi altında yetiştirilen *Malus hupehensis* bitkisinde başta POX olmak üzere antioksidan enzimlerin aktivitelerinde artışlara neden olduğu ve bunun da membranlardaki hasarın azalmasına ve dolayısıyla da tuza karşı toleransın artmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Xu ve ark. (2010), yüksek sıcaklık stresi altında yetiştirilen hıyar fidelerine dışarıdan yaptığı

melatonin uygulamaları sonrasında bitki dokularında biriken serbest radikallerin miktarında ve doku elektrik iletkenliğinde önemli düşüşler olduğunu buna karşılık SOD, CAT ve POX gibi enzimatik ve askorbat ve glutathion gibi enzimatik olmayan antioksidanların aktivitelerinde önemli yükselişler olduğunu belirtmiştir. Son olarak *Arabidopsis* fidelerine dışarıdan yapılan 20 µM melatonin uygulamasının yüksek sıcaklık stresi (45 °C, 2 saat) sonrasında hayatta kalma oranının %50'ye yükseldiğini (kontrol bitkilerinde %5) ve heat-shock protein sentezini kontrol eden HSFs tipi genleri uyardığı bildirilmiştir (Shi ve ark., 2015b).

Melatoninin bitkilerde fotosentetik süreç üzerine etkilerine de ayrıca değinmek gerekmektedir. Bir yaşındaki elma fidanlarına dışarıdan yapılan melatonin uygulamasının kuraklık stresi koşulları altında senesensi (yaprak yaşlanmasını) ve bunun yanında yapraklardaki klorofil parçalanmasını önemli oranda önlediği bulunmuştur (Wang ve ark., 2013). Araştırmacılar, senesensde görev alan 12 tane genin melatonin uygulaması ile ifade edilme seviyelerinin baskılandığını ortaya koymuşlar ve melatonin uygulaması sonrasında kuraklık stresi altındaki elma fidanlarında fotosentez hızının iyileştiğini bunun da fotosistem II'de meydana gelen iyileşmelerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Yakupoğlu (2016) üşüme stresi öncesi dışarıdan (toprakdan) melatonin uygulanmış patlıcan fidelerinde yaprak alanı, gövde ve kök yaş ve kuru ağırlıkları, bitki-su ilişkileri ile fotosentez hızı ve stoma iletkenliği gibi fotosentetik parametreler açısından melatonin uygulamalarının daha iyi sonuç verdiğini bildirmiştir. Ayrıca Li ve ark. (2015) dışarıdan uygulanan melatoninin kuraklık stresi altındaki *Malus hupehensis* bitkilerinde stomaların daha uzun süre ve daha geniş bir şekilde açık kalmasını sağladığı dolayısıyla da fotosentez hızını ve stoma iletkenliğini arttırdığını fakat ABA miktarını yarı yarıya azalttığını ve bunun da nedeninin ABA sentezinde görev alan anahtar bir enzimin sentezinin engellenmesi olduğunu belirtmişlerdir. Son olarak yapraklarına melatonin uygulanmış ve soğuk stresine maruz kalmış domateslerde fotosentez hızının kontrol bitkilerine kıyasla yüksek olduğu ve bunun da nedeninin Calvin döngüsünde görev alan anahtar bir enzim olan sedoheptulose-1,7-bisphosphatase (SBPase), üretiminden sorumlu olan SISBP geninin teşvik edilmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Ding ve ark., 2017).

Son yıllarda az sayıda yapılan birkaç çalışmada dışarıdan yapılan melatonin uygulamalarının bitkilerde verim ve kalite üzerine olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Örneğin tohuma yapılan 50 µM melatonin uygulamasının mısır, hıyar ve maş fasulyesinde toplam verimde önemli artışlar sağladığı, mısırdaki koçan sayısı ve koçan büyüklüğünün arttığı, maş fasulyesinde bitki başına bakla sayısının arttığı,

hiyarda ise bitki başına daha fazla meyve alındığı bildirilmiştir (Janas ve Posmyk, 2013). Benzer şekilde Yakupoğlu (2016) çiçeklenme aşamasında patlıcan bitkilerine yapılan 5 µM konsantrasyonundaki melatonin uygulamasının ilkbaharda ısıtmasız seralarda yetiştirilen ve üşüme stresine maruz kalan patlıcanlarda toplam verimde %30, erkenci verimde ise iki kata varan artışlar sağladığını belirtmiştir. Son olarak Sun ve ark. (2015) hasat edilmiş domates meyvelerinin 2 saat süreyle 50 µM melatonin ile muamele edilmesi sonrasında likopen miktarında 5.8 kat, renk oluşumunu kontrol eden genlerin ifade seviyelerinde ise 2 kat artışlar olduğunu; melatonin uygulamasının etilen üretimini tetiklediği ve meyve eti yumuşamasını arttırdığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ışığında her ne kadar melatoninin bitkilerde verim ve kaliteyi artırıcı etkilerinin olduğu görülse de bu sonuçların daha farklı bitki türlerini de içeren yapılacak olan yeni çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç olduğu da bir gerçektir.

### Genetik Modifikasyon Yoluyla Melatonin İçeriği Yüksek Genotiplerin Eldesi

Bitki biyoteknolojisinin temel amaçlarından biri de strese toleransı yüksek ve/veya besin içeriği zenginleştirilmiş ürünler elde etmektir. İnsanlarda günlük ritmi ve uykuyu düzenlemek, antioksidan ve antikanserijen özelliklerinden faydalanmak amacıyla yurtdışında melatonin reçetesiz olarak marketlerin eczane bölümlerinde satılmakta ve geniş kitleler tarafından tüketilmektedir. İnsanlarda günlük 1 ile 300 mg melatonin tüketmenin önerildiği, hatta 30 gün boyunca 1 g melatonin tüketmenin herhangi bir yan etkiye neden olmadığı belirtilmiştir (Bonfont-Rousselot ve Collin, 2010). Melatoninin ticari preparatlar olarak tüketilmesinden ziyade melatonin içeriği yüksek bitkisel besinlerin tüketilmesi gerektiği ve bu nedenle de melatonin içeriği yüksek ürünlerin ıslah edilmesinin gerekliliği son zamanlarda yapılan çalışmalarda sıkça dile getirilmektedir (Fernandez-Mar ve ark., 2012; Garrido ve ark., 2010; Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2015b). Örneğin doku kültüründe kimyasal mutagen uygulamaları sonucu seçilen bir sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.) hattının diğer genotiplerle kıyaslandığında 12 kat daha fazla melatonin içerdiği ve bu hattın insanlarda birçok hastalığın tedavisinde zengin bir melatonin ya da antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Murch ve Saxena, 2006). Ayrıca, genetik modifikasyon sonucu bazı bitki türlerinde yüksek miktarlarda içsel melatonin üretebilen hatların elde edilebileceği ve bu bitkilerin de çeşitli stres faktörlerine karşı tolerans göstermede çok daha başarılı oldukları son yıllarda yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Örneğin Okazaki ve ark. (2009) melatonin sentezinde görev alan son enzim olan AANAT enzimini aşırı üreten transgenik domates bitkilerinin yapraklarında melatonin

konsantrasyonunun, transgenik olmayan bitkilere kıyasla 7 kat daha fazla olduğu halde bitkilerde herhangi bir fenotipik farklılığın gözlemlenmediği bildirilmişlerdir. Yine Kang ve ark. (2010) yüksek miktarlarda SNAT enzimi üretebilen transgenik çeltik hatlarının 8 kat daha fazla melatonin içerdiği ve 12 °C'de 8 gün süren soğuk stresi sonrasında transgenik hatların kontrol bitkilerine kıyasla yaklaşık 2.5 kat daha fazla klorofile sahip olduğunu ve bunun da soğuk stresine karşı toleransı arttırdığını bildirmişlerdir. Son olarak Park ve ark. (2013) genetik modifikasyon sonucu yüksek miktarlarda TDC enzimi üretebilen çeltik bitkilerinin herbisit stresi sonrası kontrol bitkilerine kıyasla yaklaşık 20 kat daha fazla melatonin ürettiğini, antioksidan enzimlerin aktivitelerinin teşvik edildiğini buna karşılık dokularda üretilen serbest radikal miktarında ciddi düşüşler olduğunu bildirmişlerdir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu derlemede bitkilerde varlığının keşfinden itibaren üzerinde her geçen gün artan sayıda araştırma yapılmakta olan ve son yıllarda bir bitkisel büyüme düzenleyici olarak kabul edilen melatoninin bitkilerde varlığı ve üstlendiği görevler hakkında okuyucuya detaylı bilgi verilmeye çalışılmıştır. Mevcut veriler ve gözlemlere dayanarak, tarımsal üretimde melatoninin yadsınamaz bir öneminin olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri şu şekilde özetlenebilir: (i) bir antioksidan olarak melatoninin yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık, kimyasal kirleticiler ve diğer çevresel saldırılara karşı bitkilerin toleransını artırması; (ii) melatoninin oksidatif strese karşı klorofili koruması ve bitkilerdeki fotosentez oranını hızlandırması ve (iii) melatoninin kök sisteminin gelişmesini uyarması ile kök yenilenmesini desteklemesi. Son yıllarda yapılan çalışmalarla biyoteknolojik ve moleküler yöntemler yardımıyla bitkilerde içsel melatonin seviyesinin arttırılmasının mümkün olduğu ortaya konmuştur. O nedenle bu alanda elde edilecek olan bir başarı, hem bitkilerin stres şartlarına karşı koyma başarısını arttıracak, hem de insanların melatonin içeriği yüksek gıdaları tüketmesine olanak sağlayacağı bir gerçektir. Tüm bu nedenlerden dolayı bu molekülün bitkilerde üstlendiği görevlerin daha iyi anlaşılması için çok fazla sayıda yeni araştırmanın yapılması gerekmektedir.

### TEŞEKKÜR

Bu derleme, TÜBİTAK (Proje no: 115 O 020) ve KSÜ BAP Birimi (Proje no: 2013/1-23M) tarafından desteklenen projelerden üretilmiştir. Her iki kuruma da mali destek için teşekkür ederiz.

### KAYNAKLAR

Allegra M, Reiter RJ, Tan DX, Gentile C, Tesoriere L, Livrea MA 2003. The Chemistry of Melatonin's Interaction with Reactive Species. Journal of Pineal Research, 34 (1): 1-10.

- Anonim 2015. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/m5250?lang=en&region=TR> (erişim tarihi: 15.10.2015)
- Arnao MB 2014. Phytemelatonin: Discovery, Content, and Role in Plants. *Advances in Botany*, Article ID 815769, 11.
- Arnao MB, Hernández-Ruiz J 2008. Assessment of Different Sample Processing Procedures Applied to the Determination of Melatonin in Plants. *Phytochemical Analysis*, 20 (1): 14-18.
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J 2009a. Chemical Stress by Different Agents Affects the Melatonin Content of Barley Roots. *Journal of Pineal Research*, 46: 295–299.
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J 2009b. Protective Effect of melatonin Against Chlorophyll Degradation During the Senescence of Barley Leaves. *Journal of Pineal Research*, 46 (1):58-63.
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J 2013a. Growth Conditions Determine Different Melatonin Levels in *Lupinus albus* L. *Journal of Pineal Research*, 55: 149–155. 136.
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J 2013b. Growth Conditions Influence The Melatonin Content of Tomato Plants. *Food Chemistry*, 138 (2-3): 1212–1214.
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J 2015a. Functions of Melatonin in Plants: A Review. *Journal of Pineal Research*, 59: 133–150.
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J 2015b. Phytemelatonin: Searching for Plants with High Levels for Use As Natural Nutraceutical. *Studies in Natural Products Chemistry*, 46: 523-549.
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J, 2007. Melatonin Promotes Adventitious and Lateral Root Regeneration in Etiolated Hypocotyls of *Lupinus albus* L. *Journal of Pineal Research*, 42: 147–152.
- Back K, Tan D-X, Reiter R J 2016. Melatonin Biosynthesis in Plants: Multiple Pathways Catalyze Tryptophan to Melatonin in the Cytoplasm or Chloroplasts. *Journal of Pineal Research*, 61: 426-437.
- Bajwa VS, Shukla MR, Sherif SM, Murch SJ, Saxena PK 2014. Role of Melatonin in Alleviating Cold Stress in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Pineal Research*, 56: 238–245.
- Boccalandro HE, Gonzalez CV, Wunderlin DA, Silva MF 2011. Melatonin Levels, Determined by LC-ESI-MS/MS, Fluctuate during the Day/Night Cycle in *Vitis vinifera* cv Malbec: Evidence of Its Antioxidant Role in Fruits. *Journal of Pineal Research*, 51: 226-232.
- Bonnefont-Rousselot D, Collin F 2010. Melatonin: Action as Antioxidant and Potential Applications in Human Disease and Aging. *Toxicology*, 278: 55–67.
- Burkhardt S, Tan DX, Manchester LC, Hardeland R, Reiter RJ 2001. Detection and Quantification of the Antioxidant Melatonin in Montmorency and Balaton Tart Cherries (*Prunus cerasus*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49: 4898–4902.
- Byeon Y, Lee HY, Lee K, Park S, Back KW 2014. Cellular localization and kinetics of the Rice Melatonin Biosynthetic Enzymes SNAT and ASMT. *Journal of Pineal Research*, 56: 107–114.
- Byeon Y, Tan DX, Reiter RJ, Back K 2015. Predominance of 2-Hydroxymelatonin over Melatonin in Plants. *Journal of Pineal Research*, 59 (4): 448-454.
- Byeon, Y, Back, K 2014. Melatonin Synthesis in Rice Seedlings In-vivo is Enhanced at High Temperatures and under Dark Conditions due to Increased Serotonin N-acetyltransferase and N-acetylserotonin Methyltransferase Activities. *Journal of Pineal Research*, 56: 189–195.
- Byeon, Y, Park, S, Kim, YS, Back, KW 2013. Microarray Analysis of Genes Differently Expressed in Melatonin-Rich Transgenic Rice Expressing a Sheep Serotonin N-Acetyltransferase. *Journal of Pineal Research*, 55: 357-363.
- Cardinali DP, Pevet P 1998. Basic Aspects of Melatonin Action. *Sleep Medicine Reviews*, 2: 175–190.
- Catala A 2007. The Ability of Melatonin to Counteract Lipid Peroxidation in Biological Membranes. *Current Molecular Medicine*, 7(7): 638-49.
- Chen G, Huo Y, Tan DX, Liang Z, Zhang W, Zhang Y 2003. Melatonin in Chinese Medicinal Herbs. *Life Sciences*, 73: 19–26.
- De La Puerta C, Carrascosa-Salmoral MP, Garcia-Luna PP, Lardone PJ, Herrera JL, Fernandez-Montesinos R 2007. Melatonin is a Phytochemical in Olive Oil. *Food Chemistry*, 104: 609–612.
- De luca V, Marineau C, Brisson N 1989. Molecular Cloning and Analysis of cDNA Encoding A Plant Tryptophan Decarboxylase Comparison with Animal Dopa Decarboxylases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86: 2582-2586.
- Ding F, Liu B, Zhang S 2017. Exogenous Melatonin Ameliorates Cold Induced Damage in Tomato Plants. *Scientia Horticulturae*, 219: 264-271
- Dubbels R, Reiter RJ, Klenke E, Goebel A, Schnakenberg E, Ehlers C 1995. Melatonin in Edible Plants Identified by Radioimmunoassay and by High Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. *Journal of Pineal Research*, 18: 28–31.
- Feng X, Wanga M, Zhaob Y, Hana P, Ying D 2014. Melatonin from Different Fruit Sources, Functional Roles, and Analytical Methods. *Trends in Food Science and Technology*, 37 (1): 21–3.
- Fernandez-Mar MI, Mateos R, Garcia-Perilla MC, Puertas B, Cantos-Villar E 2012. Bioactive Compounds in Wine: resveratrol, Hydroxytyrosol and melatonin: a Review. *Food Chemistry*, 130: 797–813.
- Fiore DS, Li QR, Leech MJ, Schuster F, Emans N, Fischer R, Schillberg S 2002. Targeting Tryptophan Decarboxylase to Selected Subcellular Compartments of Tobacco Plants Affects Enzyme Stability and in Vivo Function and Leads to A Lesion Mimic Phenotype. *Plant Physiology*, 129: 1160-1169.
- Garcia JJ, Lopez-Pingarron L, Almeida-Souza P, Tres A, Escadero P, Garcia-Gil FA, Tan DX, Reiter RJ, Ramirez JM, Bernal-Pérez M 2014. Protective Effects



- of Melatonin in Reducing Oxidative Stress and in Preserving the Fluidity of Biological Membranes: a Review. *Journal of Pineal Research*, 56: 225–237.
- Garrido M, Paredes SD, Cubero J, Lozano M, Toribio Delgado A F, Munoz JL, Reiter RJ, Barriga C, Rodríguez AB 2010. Jerte valley cherry enriched diets improve nocturnal rest and increase 6-sulfatoxymelatonin and total antioxidant capacity in the urine of middle-aged and elderly humans. *Journal of Gerontology: Series A*, 65(9), 909e914.
- Hardeland R, Backhaus C, Fadav, A 2007. Reactions of the NO redox forms NO<sup>+</sup>, NO and HNO (protonated NO<sup>-</sup>) with the Melatonin Metabolite N1-acetyl-5-methoxykynuramine. *Journal of Pineal Research*, 43(4): 382–388.
- Hardeland R, Pandi-Perumal SR, Poeggeler B 2000. Melatonin in Plants: Focus on a Vertebrate Night Hormone with Cytoprotective Properties. *Functional Plant Science and Biotechnology*, 1:32-45.
- Hardeland R, Poeggeler B 2012. Melatonin and Synthetic Melatonergic Agonists: Actions and Metabolism in The Central Nervous System. *Central Nervous System Agents in Medicinal Chemistry*, 12: 189-216.
- Hardeland, R 2013. Melatonin and the Theories of Aging: A Critical Appraisal of Melatonin's Role in Antiaging Mechanisms. *Journal of Pineal Research*, 55: 325-356.
- Hattori A, Migitaka H, Masayaki I, Itoh M, Yamamoto K, Ohtani-Kaneko R, Hara M, Suzuki T, Reiter RJ, 1995. Identification of Melatonin in Plant Seed its Effects on Plasma Melatonin Levels and Binding to Melatonin Receptors in Vertebrates. *International Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 35: 627–634.
- Hernández IG, Gomez FJ, Cerutti S, Arana MV, Silva MF 2015. Melatonin in *Arabidopsis thaliana* Acts as Plant Growth Regulator at Low concentrations and Preserves Seed Viability at High Concentrations. *Plant Physiology and Biochemistry*, 94: 191-196.
- Hernandez-Ruiz J, Arnao MB 2008. Distribution of Melatonin in Different Zones of Lupin and Barley Plants at Different Ages in the Presence and absence of Light. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 10567–10573.
- Hernandez-Ruiz J, Cano A, Arnao MB, 2004. Melatonin: Growth-Stimulating Compound Present in Lupin Tissues. *Planta*, 220: 140–144.
- Hernandez-Ruiz J, Cano A, Arnao MB, 2005. Melatonin Acts as a Growth-Stimulating Compound in Some Monocot Species. *Journal of Pineal Research*, 39: 137–142.
- Iriti M, Faoro F 2006. Grape Phytochemicals: a Bouquet of Old and New Nutraceuticals for Human Health. *Medical Hypotheses*, 67: 833–838.
- Janas KM, Posmyk MM 2013. Melatonin, an Underestimated Natural Substance with Great Potential for Agricultural Application. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35, 12: 3285-3292.
- Jibrán R, Hunter DA, Dijkwel PP 2013. Hormonal Regulation of Leaf Senescence through Integration of Developmental and Stress Signals. *Plant Molecular Biology*, 82: 547-561.
- Kang K, Lee K, Park S, Kim YS, Back, K 2010. Enhanced Production of Melatonin by Ectopic Overexpression of Human Serotonin N-acetyltransferase Plays a Role in Cold Resistance in Transgenic Rice Seedlings. *Journal of Pineal Research*, 49: 176–182.
- Kang S, Kang K, Lee K, Back KW 2008. Characterization of Rice Tryptophan Decarboxylases and Their Direct Involvement in Serotonin Biosynthesis in Transgenic Rice. *Planta*, 227: 263-272.
- Kang, K, Lee, K, Park, S, Byeon, Y, Back KW 2013. Molecular Cloning of Rice Serotonin N-acetyltransferase, The Penultimate Gene in Plant Melatonin Biosynthesis. *Journal of Pineal Research*, 55: 7-13.
- Khan M, Rozhon W, Poppenberger B 2014. The Role of Hormones in the Aging of Plants a Mini-Review. *Gerontology*, 60: 49-55.
- Kolár J, Macháckova I, Eder J, Prinsen E, Van Dongen W, Van Onckelen H, Illnerová H, 1997. Melatonin: Occurrence and Daily Rhythm in *Chenopodium rubrum*. *Phytochemistry*, 44 (8): 1407-1413.
- Kołodziejczyk I, Bałabusta M, Szewczyk R, Posmyk MM 2015. The Levels of Melatonin and Its Metabolites in Conditioned Corn (*Zea mays* L.) and Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seeds.
- Korkmaz A, Değer Ö, Cuci Y 2014. Profiling the Melatonin Content in Organs of the Pepper Plant during Different Growth Stages. *Scientia Horticulturae*, 172: 242–247.
- Korkmaz A, Yakupoğlu G, Köklü Ş, Cuci Y, Kocaçmar F. 2017a. Determining Diurnal and Seasonal Changes in Tryptophan and Melatonin Content of Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Turkish Journal of Botany*, 41: 356-366.
- Korkmaz, A, Karaca, A, Kocaçmar, F, Cuci, Y 2017b. The Effect of Seed Treatment with Melatonin on Germination and Emergence Performance of Pepper Seeds under Chilling Stress. *Tarım Bilimleri Dergisi/Journal of Agricultural Sciences*, 23 (2): 167-176
- Kostopoulou Z, Therios I, Roumeliotis E, Kanellis AK, Molassiotis A 2015. Melatonin Combined with Ascorbic Acid Provides Salt Adaptation in *Citrus aurantium* L. Seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 86: 155-65.
- Köklü Ş 2016. Melatoninin Biber Tohumlarının Yaşlanması Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *KSÜ. Fen Bil. Ens., Bahçe Bitkileri Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*, 98s.
- Lee HY, Byeon Y, Tan DX, Reiter RJ, Back K 2015. Arabidopsis Serotonin N-acetyltransferase Knockout Mutant Plants Exhibit Decreased Melatonin and Salicylic acid Resulting in susceptibility to an Avirulent Pathogen. *Journal of Pineal Research*, 58: 291–299.
- Lerner AB, Case JD, Takahashi Y, Lee TH, Mori W 1958. Isolation of Melatonin, the Pineal Factor that



- Lightness Melanocytes. *Journal of American Chemical Society*, 80: 2587-2592.
- Li C, Tan DX, Liang D, Chang C, Jia D, Ma F 2015. Melatonin Mediates the Regulation of ABA Metabolism, Free-Radical Scavenging, and Stomatal Behavior in two *Malus* Species under Drought Stress. *Journal of Experimental Botany*, 66: 669–680.
- Li C, Wang P, Wei Z, Liang D, Liu C, Yin L, Jia D, Fu M, Ma F 2012. The Mitigation Effects of Exogenous Melatonin on Salinity-Induced Stress in *Malus hupehensis*. *Journal of Pineal Research*, 53(3): 298-306.
- Mukherjee S, David A, Yadav S, Baluška F, Bhatla SC. 2014. Salt Stress-Induced Seedling Growth Inhibition Coincides with Differential Distribution of Serotonin and Melatonin in Sunflower Seedling Roots and Cotyledons. *Physiologia Plantarum*, 152: 714–728.
- Murch SJ, Alan AR, Cao J, Saxena PK 2009. Melatonin and Serotonin in Flowers and Fruits of *Datura metel* L. *Journal of Pineal Research*, 47: 277–283.
- Murch SJ, Saxena PK 2002. Melatonin: a Potential Regulator of Plant Growth and Development. *In vitro Cellular Developmental Biology Plant*, 38: 531–536.
- Murch SJ, Saxena PK 2006. A Melatonin-rich Germplasm Line of St John's wort (*Hypericum perforatum* L.). *Journal of Pineal Research*, 41: 284–287.
- Okazaki M, Ezura H 2009. Profiling of Melatonin in the Model Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Cultivar Micro-Tom. *Journal of Pineal Research*, 46: 338–343.
- Paredes SD, Korkmaz A, Manchester LC, Tan DX ve Reiter RJ 2009. Phytomelatonin: a Review. *Journal of Pineal Research*, 60: 57-69.
- Park S, Back K 2012. Melatonin Promotes Seminal Root Elongation and Root Growth in Transgenic Rice After Germination. *Journal of Pineal Research*, 53: 385–389.
- Park S, Kang K, Lee K, Choi D, Kim Y, Back KW 2009. Induction of Serotonin Biosynthesis is Uncoupled from the Coordinated Induction of Tryptophan Biosynthesis in Pepper Fruits (*Capsicum annuum*) upon Pathogen Infection. *Planta*, 230: 1197-1206.
- Park S, Le TNN, Byeon Y, Kim YS, Back K 2013. Transient Induction of Melatonin Biosynthesis in Rice (*Oryza sativa* L.) during the Reproductive Stage. *Journal of Pineal Research*, 55: 40-45.
- Park WJ 2011. Melatonin as an Endogenous Plant Regulatory Signal: Debates and Perspectives. *Journal Plant Biology*, 54: 143–149.
- Poeggeler B, Hardeland, R 1994. Detection and Quantification of Melatonin in a Dinoflagellate, *Gonyaulax polyedra*: Solutions to the Problem of Methoxyindole Destruction in Non-Vertebrate Material. *Journal of Pineal Research*, 17(1): 1-10.
- Posmyk MM, Janas KM, 2009. Melatonin in Plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31: 1–11.
- Posmyk MM, Kontek R, Janas KM. 2009. Antioxidant Enzymes Activity and Phenolic Compounds Content in Red Cabbage Seedlings Exposed to Copper Stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72: 596-602.
- Posmyk MM, Kuran H, Marciniak K, Janas KM 2008. Presowing Seed Treatment with Melatonin Protects Red Cabbage Seedlings Against Toxic Copper Ion Concentrations. *Journal of Pineal Research*, 45: 24–31.
- Reiter RJ 1991. Pineal Melatonin: Cell Biology of its Physiological Interactions. *Endocrine Reviews*, 12: 151–181.
- Reiter RJ 1999. Phytochemicals: Melatonin. In: Frances FJ, ed. *Encyclopedia of Food Science and Technology*, New York: John Wiley, 1918–1922.
- Reiter RJ Manchester LC, Tan DX, 2005. Melatonin in Walnuts: Influence on Levels of Melatonin and Total Antioxidant Capacity of Blood. *Nutrition*, 21: 920–924.
- Reiter RJ, Tan DX, Burkhardt S, Manchester LC 2001. Melatonin in plants. *Nutrition Reviews*, 59: 286–290.
- Reiter, RJ, Tan, DX, Manchester, LC, Simopoulos, AP, Maldonado, MD, Flores LJ, Terron MP 2007. Melatonin in Edible Plants (phytomelatonin): Identification, Concentrations, Bioavailability and Proposed Functions. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 97: 211–230.
- Riga P, Medinab S, García-Floresb LA, Gil-Izquierdob A 2014. Melatonin Content of Pepper and Tomato Fruits: Effects of Cultivar and Solar Radiation. *Food Chemistry*, 156: 347–352
- Rodriguez C, Mayo, JC, Sainz, RM, Antolin, I, Herrera, F, Martin V, Reiter RJ 2004. Regulation of Antioxidant Enzymes: A Significant Role for Melatonin. *Journal of Pineal Research*, 36 (1): 1-9.
- Sarropoulou V, Dimassi-Therieru K, Therios I, Koukourikou-Petridou M, 2012. Melatonin Enhances Root Regeneration, Photosynthetic Pigments, Biomass, Total Carbohydrates and Proline Content in the Cherry Rootstock PHL-C (*Prunus avium* x *Prunus cerasus*). *Plant Physiology and Biochemistry*, 61: 162–168.
- Sarrou E, Therios I, Dimassi-Therieru K 2014. Melatonin and Other Factors that Promote Rooting and Sprouting of Shoot Cuttings in *Punica granatum* cv. Wonderful. *Turkish Journal of Botany*, 38: 293–301.
- Shi H, Chan Z 2014. The cysteine2/histidine2-type Transcription Factor Zinc Finger of *Arabidopsis thaliana* 6-Activated C-Repeat-Binding Factor Pathway is Essential for Melatonin-Mediated Freezing Stress Resistance in *Arabidopsis*. *Journal of Pineal Research*, 57: 185–191.
- Shi H, Jiang C, Ye T, Tan DX, Reiter RJ, Zhang H, Liu R, Chan Z 2015a. Comparative Physiological, Metabolomic, and Transcriptomic Analyses Reveal Mechanisms of Improved Abiotic Stress Resistance in Bermuda Grass [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] by Exogenous Melatonin. *Journal of Experimental Botany*, 66: 681–694.
- Shi H, Tan DX, Reiter RJ, Ye T, Yang F, Chan Z 2015b. Melatonin Induces Class A1 Heat Shock Factors (HSFA1s) and Their Possible Involvement of Thermotolerance in *Arabidopsis*. *Journal of Pineal Research*, 58: 335–342.

- Sun Q, Zhang N, Wang J, Zhang H, Li D, Shi J, Li R, Weeda S, Zhao B, Ren S, Guo YD 2015. Melatonin Promotes Ripening and Improves Quality of Tomato Fruit During Postharvest Life. *Journal of Experimental Botany*, 66: 657–668.
- Tal O, Haim A, Harel O, Gerchman Y 2011. Melatonin as an Antioxidant and Its Semi-Lunar Rhythm in Green Macroalga *Ulva* sp. *Journal of Experimental Botany*, 62: 1903–1910
- Tan DX, Hardeland R, Manchester LC, Korkmaz A, Ma S, Rosales-Corral S, and Reiter RJ 2012. Functional Roles of Melatonin in Plants, and perspectives in Nutritional and Agricultural Science. *Journal of Experimental Botany*, 63 (2): 577–597.
- Tan DX, Manchester LC, Di Mascio P, Martinez GR, Prado FM, Reiter RJ 2007a. Novel Rhythms of N1-acetyl-N2-formyl-5-methoxykynuramine and its Precursor Melatonin in Water Hyacinth: Importance for Phytoremediation. *The FASEB Journal*, 21: 1724–1729.
- Tan DX, Manchester LC, Helton P, Reiter RJ 2007b. Phytoremediative Capacity of Plants Enriched With Melatonin. *Plant Signaling and Behavior*, 2: 514–516.
- Tan DX, Manchester LC, Liu X, Sergio A, Rosales-Corral SA, Acuna-Castroviejo D, Reiter RJ 2013. Mitochondria and Chloroplasts as the Original Sites of Melatonin Synthesis: a Hypothesis Related to Melatonin's Primary Function and Evolution in Eukaryotes. *Journal of Pineal Research*, 54: 127–138.
- Teixeira A, Morfim MP, De Cordova CAS, Charão CCT, De Lima VR, Creczynski-Pasa TB 2003. Melatonin Protects Against Prooxidant Enzymes and Reduces Lipid Peroxidation in Distinct Membranes Induced by the Hydroxyl and Asorbyl Radicals and by Peroxynitrite. *Journal of Pineal Research*, 35 (4): 262–268.
- Tettamanti C, Cerabolini B, Gerola P, Conti A 2000. Melatonin Identification in Medicinal Plants. *Acta Phytotherapeutica*, 3: 137–144.
- Uchendu EE, Shukla MR, Reed BM, Saxena PK 2013. Melatonin Enhances the Recovery of Cryopreserved Shoot Tips of American elm (*Ulmus americana* L.). *Journal of Pineal Research*, 55: 435–442.
- Van Tassel DL, Roberts N, Lewy A, O'Neill SD, 2001. Melatonin in Plant Organs. *Journal of Pineal Research*, 31: 8–15.
- Wang P, Sun X, Li C, Wei Z, Liang D, Ma F 2013. Long-Term Exogenous Application of Melatonin Delays Drought-Induced Leaf Senescence in Apple. *Journal of Pineal Research*, 54: 292–302.
- Wang P, Sun X, Xie Y, Li M, Chen W, Zhang S, Liang D, Ma F 2014. Melatonin Regulates Proteomic Changes During Leaf Senescence in *Malus hupehensis*. *Journal of Pineal Research*, 57: 291–307.
- Wei JY, Li WM., Zhou LL, Lu Q-N, He W 2015. Melatonin Induces Apoptosis of Colorectal Cancer Cells Through HDAC4 Nuclear Import Mediated by CaMKII Inactivation. *Journal of Pineal Research*, 58:4, 429–438.
- Wolf K, Kolar J, Witters E, Van Dogen W, Van Onckelen H, Machackova I 2001. Daily Profile of Melatonin Levels in *Chenopodium rubrum* L. Depends on Photoperiod. *Journal of Plant Physiology*, 158: 1491–1493.
- Xu XD, Sun Y, Guao X, Sun B, Zhang J 2010. Effects of Exogenous Melatonin on Ascorbate Metabolism System in Cucumber Seedlings under High Temperature Stress. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 21: 2580–2586.
- Yakupoğlu G 2016. Patlıcan (*Solanum melongena* L.)'da Melatonin İçeriğinin ve Üşüme Stresine Karşı Etkisinin Belirlenmesi. *KSÜ. Fen Bil. Ens., Bahçe Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi*, 103s.
- Yin L, Wang P, Li M, Ke X, Li C, Liang D, Wu S, Ma X, Li C, Zou Y, Ma F 2013. Exogenous Melatonin Improves Malus Resistance to Marssonina Apple Blotch. *Journal of Pineal Research*, 54: 426–434.
- Zhang N, Zhao B, Zhang HJ, Weeda S, Yang C, Yang ZC, Ren S, Guo YD 2013. Melatonin Promotes Water-Stress Tolerance, Lateral Root Formation, and Seed Germination in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Pineal Research*, 54: 15–23.
- Zhao Y, Qi LW, Wang WM, Saxena PK, Liu CZ 2011. Melatonin Improves the Survival of Cryopreserved Callus of *Rhodiola crenulata*. *Journal of Pineal Research*, 50: 83–88.
- Zhao Y, Tan DX, Lei Q, Chen H, Wang H, Li Q, Gao Y, Kong J 2012. Melatonin and Its Potential Biological Functions in the Fruits of Sweet Cherry. *Journal of Pineal Research*, 55: 79–88.
- Zuo B, Zheng X, He P, Wang L, Lei Q, Feng C, Zhou J, Li Q, Han Z, Kong J 2014. Overexpression of MzASMT Improves Melatonin Production and Enhances Drought Tolerance in Transgenic *Arabidopsis thaliana* Plants. *Journal of Pineal Research*, 57:408–417.